

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-244555

(43)Date of publication of application : 07.09.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/0683

G11B 7/125

G11B 7/13

H01L 33/00

(21)Application number : 2000-055534

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 01.03.2000

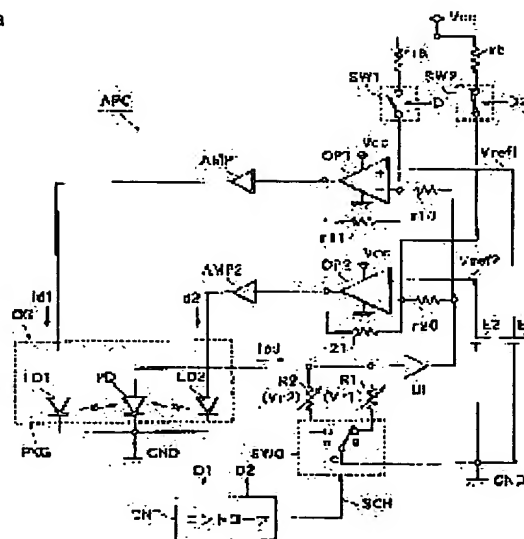
(72)Inventor : HYOGA KIKUO

(54) AUTOMATIC POWER CONTROL CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To finely adjust the luminous intensity of each luminous element of a light source fitted with a plurality of luminous elements.

SOLUTION: Parallel-connected variable resistors R1, R2 is connected in series to a monitor diode PD which detects the intensity of light emitted from the luminous elements LD1, LD2. A voltage Vr1, Vr2 generated at the movable contact of each variable resistor R1, R2 is supplied to the noninversion input terminals of differential amplifiers OP1, OP2, and reference voltages Vref1, Vref2 are applied to their inversion input terminals. When the luminous intensity of the luminous element LD1 is adjusted, a switching elements SW1 is made and a switching element SW2 is disconnected, and the resistance value of the variable resistor R1 is finely adjusted. When the luminous intensity of the luminous element LD2 is adjusted, the switching element SW1 is disconnected and the switching element SW2 is made, and the resistance value of the variable resistor R2 is finely adjusted. By performing fine adjustment like this, the operating current Id1, Id2 of each luminous element LD1, LD2 is set to a value proportional to the resistance value of each variable resistor R1, R2, and a desired luminous intensity is set.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

JAPANESE

[JP,2001-244555,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL
PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An automatic power control circuit which is equipped with the following, tunes drive current of each of said light emitting device finely by tuning resistance of each of said variable resistor finely, and is characterized by maintaining luminescence reinforcement of each light emitting device at a value corresponding to resistance of each variable resistor tuned finely, or said traveling contact location. Two or more variable resistors by which are the automatic power control circuits which control automatically luminescence reinforcement of each of said light emitting device of the light source equipped with two or more light emitting devices and a photo detector which detects a part of light which each light emitting device injects, and series connection was carried out to said photo detector Two or more differential amplifier which adjusts drive current of each of said light emitting device so that difference of said each voltage and reference voltage may become below constant value about each voltage produced in said each variable resistor as compared with predetermined reference voltage

[Claim 2] Said each variable resistor is an automatic power control circuit according to claim 1 characterized by carrying out parallel connection.

[Claim 3] Said each variable resistor is an automatic power control circuit according to claim 1 characterized by intervening and carrying out series connection of said photodetector.

[Claim 4] It is the automatic power control circuit according to claim 2 characterized by for said photodetector being the photodiode by which the reverse bias was carried out, and connecting said variable resistor to a cathode [of said photodiode], or anode side.

[Claim 5] It is the automatic power control circuit according to claim 3 characterized by for said photodetector being the photodiode by which the reverse bias was carried out, and carrying out series connection of said variable resistor to a cathode [of said photodiode], and anode side, respectively.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the automatic power control circuit which carries out the automatic regulation of the luminescence reinforcement of light emitting devices, such as semiconductor laser and light emitting diode.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, this kind of automatic power control circuit (Automatic Power Control Circuit:APC) is used for the optical pickup with which CD (Compact Disc) player and the DVD (Digital Video Disk or Digital Versatile Disk) player were equipped.

[0003] The above-mentioned optical pickup is equipped with the light source of the structure where the photodiode (henceforth monitor diode) PD as semiconductor laser LD and a photo detector was formed in one in Package PKG as shown in drawing 12, and information writing or information reading is performed by irradiating the light injected from semiconductor laser LD at CD or DVD.

[0004] The automatic power control circuit is constituted by the source E of a constant voltage which generates the reference voltage V_{ref} of the differential amplifier OP, a variable resistor R, and fixed voltage. Moreover, the voltage V_r which the variable resistor R is connected with the anode of the monitor diode PD between cathodes, produces in the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP at reference voltage V_{ref} , and it produces in an inversed input terminal at a variable resistor R is impressed, respectively, and the anode of semiconductor laser LD is connected to the output terminal of the differential amplifier OP.

[0005] And a variable resistor R changes into voltage V_r the photocurrent I_{pd} produced when the monitor diode PD detects a part of light injected from semiconductor laser LD, and the differential amplifier OP compares the voltage V_r and reference voltage V_{ref} . difference — the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD is kept constant by carrying out feedback control of the direct-current bias current (henceforth drive current) I_d of semiconductor laser LD so that voltage $(V_{ref}-V_r)$ may always be made below into constant value.

[0006] Moreover, if the resistance of a variable resistor R is changed, immediately after that, voltage V_r will change and drive current I_d will also change. And since the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD changes according to change of drive current I_d , Photocurrent I_{pd} also changes according to it and voltage V_r returns to the original value with a predetermined time constant. For this reason, by tuning the resistance of a variable resistor R finely, the luminescence reinforcement of the light injected from semiconductor laser LD can be adjusted now so that it may become a value suitable for the information writing or information reading to CD or DVD.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the information record medium of varieties with which improvement in recording density etc. comes to be achieved, therefore optical properties differ physically is developed, and information record media, such as the above-mentioned CD and DVD, came to appear on the market in a commercial scene.

[0008] For this reason, the need of offering the CD player and DVD player which can be used without distinguishing the information record medium with which optical properties differ and which have the so-called compatibility is increasing.

[0009] The light source of the structure where the semiconductor laser LD1 and LD2 and the monitor diode PD which inject the light from which wavelength differs as shown in drawing 13 were formed in one in Package PKG is developed to such a demand, and the optical pickup which changes and uses semiconductor laser LD1 and LD2 came to be proposed according to the information record medium with which an optical property is different.

[0010] Then, in order to regulate automatically the luminescence reinforcement of these semiconductor laser LD1 and LD2, the attempt which applies the automatic power control circuit shown in drawing 13 was made. That is, since semiconductor laser LD1 and LD2 was driven, respectively as shown in drawing 13, two differential amplifier OP1 and OP2 was formed, the photocurrent I_{pd} produced for the monitor diode PD was changed into voltage V_r with the variable resistor R, and the configuration which impresses the voltage V_r and reference voltage V_{ref} to the non-inversed input terminal and inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2, respectively was tried.

[0011] And when a variable resistor R was adjusted in the condition of having made only semiconductor laser

LD1 emitting light when adjusting the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 was adjusted, we decided to adjust a variable resistor R in the condition of having made only semiconductor laser LD2 emitting light.

[0012] However, in the automatic power control circuit shown in drawing 13, since the drive current I_{d1} and I_{d2} supplied to semiconductor laser LD1 and LD2 would be finely tuned [both] with a variable resistor R, the technical problem that each luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 could not be adjusted with a precision sufficient according to an individual occurred.

[0013] This invention is made in order to conquer such a conventional technical problem, and it aims at offering the automatic power control circuit which can mainly adjust the luminescence reinforcement of each light emitting device with a precision sufficient according to an individual even when there are few photo detectors for monitors compared with the number of light emitting devices.

[0014]

[Means for Solving the Problem] An automatic power control circuit of this invention is an automatic power control circuit which controls automatically luminescence reinforcement of each above-mentioned light emitting device of the light source equipped with two or more light emitting devices and a photo detector which detects a part of light which each light emitting device injects. As compared with predetermined reference voltage, each voltage produced in two or more variable resistors by which series connection was carried out to the above-mentioned photo detector, and each above-mentioned variable resistor so that difference of each above-mentioned voltage and reference voltage may become below constant value. Have two or more differential amplifier which adjusts drive current of each above-mentioned light emitting device, and drive current of each above-mentioned light emitting device is finely tuned by tuning resistance of each above-mentioned variable resistor finely. It is characterized by maintaining luminescence reinforcement of each light emitting device at resistance of each variable resistor which carried out [above-mentioned] fine tuning, or a value corresponding to a traveling contact location.

[0015] According to this configuration, a detecting signal according to luminous intensity to which each light emitting device emits light occurs in a photo detector, and a voltage drop according to a detecting signal occurs in each variable resistor further. If resistance of each variable resistor is tuned finely, this automatic power control circuit can tune finely luminescence reinforcement of a light emitting device which is emitting light with an individually and sufficient precision, and it will operate so that luminescence reinforcement of each light emitting device may be maintained in the condition of having tuned finely.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the automatic power control circuit of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, it prepares for the optical pickup which performs information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD, as 1 operation gestalt, and the automatic power control circuit which makes semiconductor laser emit light is explained.

(1st operation gestalt) Drawing 1 is the circuit diagram showing the configuration of the automatic power control circuit of the 1st operation gestalt. In this drawing, the light source OG prepared in an optical pickup (illustration abbreviation) has the structure where one monitor diode PD as two semiconductor laser LD1 and LD2 and photodetectors was formed in Package PKG at one.

[0017] Moreover, the monitor diode PD detects a part of light injected from semiconductor laser LD1 and LD2. That is, the monitor diode PD detects a part of light which will be injected from semiconductor laser LD1 if semiconductor laser LD1 is made to emit light and semiconductor laser LD2 is made to switch off, and if semiconductor laser LD1 is made to switch off and semiconductor laser LD2 is made to emit light, the monitor diode PD will detect a part of light injected from semiconductor laser LD2.

[0018] Moreover, both the cathode of semiconductor laser LD1 and LD2 and the cathode of the monitor diode PD are connected to the grand terminal GND. common connection of the cathode of semiconductor laser LD1 and LD2 and the cathode of the monitor diode PD is made more within Package PKG at details -- having -- **** -- the cathode by which common connection was made -- a cathode -- it connects with the grand terminal GND in the common condition.

[0019] The automatic power control circuit APC of this operation gestalt is equipped with the switching devices SW1 and SW2 formed with two differential amplifier OP1 and OP2, the power amplifier AMP1 and AMP2 as buffer amplifier, and an analog switch, the sources E1 and E2 of a constant voltage which generate the reference voltage V_{ref1} and V_{ref2} of fixed voltage, variable resistors R1 and R2, and a switching device SW0 and Controller CNT, and is constituted.

[0020] Here, the differential amplifier OP1 is set as the predetermined gain G1 by resistance r_{10} and r_{11} , and the differential amplifier OP2 is set as the predetermined gain G2 by resistance r_{20} and r_{21} . In addition, the resistance of resistance r_{10} is large enough compared with the resistance of a variable resistor R1, and the large enough thing of the resistance of resistance r_{20} is desirable compared with the resistance of a variable resistor R2. That is, it is desirable to set it as the relation of $r_{10} \gg R1$ and $r_{20} \gg R2$.

[0021] Moreover, differential amplifier OP1 and OP2 is driven with the supply voltage V_{cc} of plus to the grand terminal GND.

[0022] Moreover, the output terminal of the differential amplifier OP1 is connected to the anode of semiconductor laser LD1 through a switching device SW1 and power amplifier AMP 1, and the output terminal of

the differential amplifier OP2 is connected to the anode of semiconductor laser LD2 through a switching device SW2 and power amplifier AMP 2.

[0023] Moreover, it connects with the anode of the monitor diode PD through resistance r_{10} and r_{20} at the non-inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2, respectively, and the source E2 of a constant voltage is connected to the inversed input terminal of the source E1 of a constant voltage, and the differential amplifier OP2 at the inversed input terminal of the differential amplifier OP1.

[0024] Here, each reference voltage V_{ref1} and V_{ref2} of the sources E1 and E2 of a constant voltage is set as low voltage, and serves as relation of $0 < V_{ref1} < V_{cc}$ and $0 < V_{ref2} < V_{cc}$ from supply voltage V_{cc} .

[0025] Common connection of the end is made at the anode of the monitor diode PD, and, as for both the variable resistors R1 and R2, it is connected to the change contacts a and b of a switching device SW0, as for each other end. And the common contact c of a switching device SW0 is connected to the grand terminal GND. If parallel connection of the variable resistor R1 will be carried out to the monitor diode PD if change connection of the switching device SW0 is made at the change contact a side, and change connection of the switching device SW0 is made by this at the change contact b side, parallel connection of the variable resistor R2 will be carried out to the monitor diode PD.

[0026] In addition, as shown in drawing 2, a switching device SW0 is equipped with analog switches SWa and SWb and Inverter INV, and is constituted, and change connection of the variable resistors R1 and R2 to the monitor diode PD is made by carrying out ON/OFF control of the analog switches SWa and SWb exclusively with the change signal SCH.

[0027] That is, if the change signal SCH of logic "L" is supplied, an analog switch SWa will be in switch-on, an analog switch SWb will be in non-switch-on, and a variable resistor R1 will connect with juxtaposition to the monitor diode PD. If the change signal SCH of logic "H" is supplied, an analog switch SWa will be in non-switch-on, an analog switch SWb will be in switch-on, and a variable resistor R2 will connect with juxtaposition to the monitor diode PD.

[0028] Controller CNT is equipped with the microprocessor (MPU) which carries out change control of the above-mentioned switching devices SW0, SW1, and SW2 with control signals D1, D2, and SCH. Here, with control signals D1 and D2, in case a flow and a switching device SW2 are made un-flowing for a switching device SW1 with control signals D1 and D2 in case a switching device SW0 is connected to the change contact a side with the change signal SCH, and a switching device SW0 is connected to the change contact b side, change control of the switching device SW1 is carried out so that un-flowing and a switching device SW2 may be considered as a flow.

[0029] Next, actuation of the automatic power control circuit APC which has this configuration is explained. In case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, a switching device SW0 is connected to the change contact a side, and parallel connection only of the variable resistor R1 is carried out to the monitor diode PD. Furthermore, a switching device SW1 is made into switch-on, and a switching device SW2 is made into non-switch-on.

[0030] In this way, if change control of the switching devices SW0, SW1, and SW2 is carried out, the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD1 emits light occurs to the monitor diode PD, and while the voltage V_{r1} proportional to Photocurrent I_{pd} occurs in a variable resistor R1, voltage V_{r1} will be further impressed by the inversed input terminal of the differential amplifier OP1. that is, — while the differential amplifier OP1 compares voltage V_{r1} with reference voltage V_{ref1} — difference — voltage $G1x (V_{ref1} - V_{r1})$ — a switching device SW1 — minding — power amplifier AMP 1 — supplying — further — power amplifier AMP 1 — difference — it is supplying the drive current I_{d1} proportional to voltage $G1x (V_{ref1} - V_{r1})$ to semiconductor laser LD1, and photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD1 is performed.

[0031] this condition — the resistance of a variable resistor R1 — tuning finely — voltage V_{r1} and difference — by changing voltage $G1x (V_{ref1} - V_{r1})$, drive current I_{d1} is tuned finely and the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement by it. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r1} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0032] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, a switching device SW0 is connected to the change contact b side, and parallel connection only of the variable resistor R2 is carried out to the monitor diode PD. Furthermore, a switching device SW1 is made into non-switch-on, and a switching device SW2 is made into switch-on.

[0033] In this way, if change control of the switching devices SW0, SW1, and SW2 is carried out, the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD2 emits light occurs to the monitor diode PD, and while the voltage V_{r2} proportional to Photocurrent I_{pd} occurs in a variable resistor R2, voltage V_{r2} will be further impressed by the inversed input terminal of the differential amplifier OP2. that is, — while the differential amplifier OP2 compares voltage V_{r2} with reference voltage V_{ref2} — difference — voltage $G2x (V_{ref2} - V_{r2})$ — a switching device SW2 — minding — power amplifier AMP 2 — supplying — further — power amplifier AMP 2 — difference — it is supplying the drive current I_{d2} proportional to voltage $G2x (V_{ref2} - V_{r2})$ to semiconductor laser LD2, and photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD2 is performed.

[0034] this condition — the resistance of a variable resistor R2 — tuning finely — voltage V_{r2} and difference — by changing voltage $G2x (V_{ref2} - V_{r2})$, drive current I_{d2} is tuned finely and the luminescence reinforcement of

semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement by it. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r2} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0035] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW0, SW1, and SW2 is carried out, and each resistance of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents I_{d1} and I_{d2} can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0036] In addition, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading, while making a switching device SW1 a flow and making a switching device SW2 un-flowing, it can maintain at the value which tuned the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 by this automatic power control circuit APC finely by connecting a switching device SW0 to the change contact a side.

[0037] Moreover, in case semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading, while making a switching device SW1 un-flowing and making a switching device SW2 a flow, it can maintain at the value which tuned the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 by this automatic power control circuit APC finely by connecting a switching device SW0 to the change contact b side.

[0038] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(2nd operation gestalt) Next, the 2nd operation gestalt is explained with reference to drawing 3 . In addition, in drawing 3 , the same sign shows the same as that of drawing 1 , or a corresponding portion.

[0039] If difference with the automatic power control circuit APC shown in the automatic power control circuit APC and drawing 1 of this operation gestalt shown in drawing 3 is described, in the automatic power control circuit APC shown in drawing 1 It is in the point established between supply voltage V_{cc} and the inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2 in the automatic power control circuit APC of this operation gestalt to switching devices SW1 and SW2 being formed between differential amplifier OP1 and OP2 and power amplifier AMP1 and AMP2.

[0040] That is, between the inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and supply voltage V_{cc} , a switching device SW1 is formed through Resistance r_a , and the switching device SW2 is formed through Resistance r_b between the inversed input terminal of the differential amplifier OP2, and supply voltage V_{cc} .

[0041] Moreover, the buffer amplifier BF is formed between the monitor diode PD and resistance r_{10} and r_{20} .

[0042] In the automatic power control circuit APC which has this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, a switching device SW0 is connected to the change contact a side, and parallel connection only of the variable resistor R1 is carried out to the monitor diode PD. Furthermore, a switching device SW1 is made into non-switch-on, and a switching device SW2 is made into switch-on.

[0043] In this way, if change control of the switching devices SW0, SW1, and SW2 is carried out, since the potential of the inversed input terminal of the differential amplifier OP2 will become higher than reference voltage V_{ref2} , the differential amplifier OP2 will be in an OFF state, and semiconductor laser LD2 will be in a putting-out-lights condition, without supplying drive current I_{d2} .

[0044] On the other hand, since the potential of the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP1 becomes lower than reference voltage V_{ref1} , the differential amplifier OP1 will be in operating state, drive current I_{d1} is supplied and semiconductor laser LD1 emits light. And the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity which emits light occurs to the monitor diode PD, and further, while the voltage V_{r1} proportional to Photocurrent I_{pd} occurs in a variable resistor R1, voltage V_{r1} is impressed by the inversed input terminal of the differential amplifier OP1 through the buffer amplifier BF. that is, -- while the differential amplifier OP compares voltage V_{r1} with reference voltage V_{ref1} -- difference -- voltage $G1x (V_{ref1} - V_{r1})$ -- a switching device SW1 -- minding -- power amplifier AMP 1 -- supplying -- further -- power amplifier AMP 1 -- difference -- it is supplying the drive current I_{d1} proportional to voltage $G1x (V_{ref1} - V_{r1})$ to semiconductor laser LD1, and photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD1 is performed.

[0045] this condition -- the resistance of a variable resistor R1 -- tuning finely -- voltage V_{r1} and difference -- by changing voltage $G1x (V_{ref1} - V_{r1})$, drive current I_{d1} is tuned finely and the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement by it. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r1} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0046] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, a switching device SW0 is connected to the change contact b side, and parallel connection only of the variable resistor R2 is carried out to the monitor diode PD. Furthermore, a switching device SW1 is made into switch-on, and a switching device SW2 is made into non-switch-on.

[0047] In this way, if change control of the switching devices SW0, SW1, and SW2 is carried out, since the potential of the inversed input terminal of the differential amplifier OP1 will become higher than reference voltage V_{ref1} , the differential amplifier OP1 will be in an OFF state, and semiconductor laser LD1 will be in a putting-out-lights condition, without supplying drive current I_{d1} .

[0048] On the other hand, since the potential of the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2 becomes lower than reference voltage V_{ref2} , the differential amplifier OP2 will be in operating state, drive current I_{d2} is supplied and semiconductor laser LD2 emits light. And the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity which emits light occurs to the monitor diode PD, and further, while the voltage V_{r2} proportional to Photocurrent I_{pd} occurs in a variable resistor R2, voltage V_{r2} is impressed by the inversed input terminal of the differential amplifier OP2 through the buffer amplifier BF. that is, -- while the differential amplifier OP compares voltage V_{r2} with reference voltage V_{ref2} -- difference -- voltage $G_{2x}(V_{ref2}-V_{r2})$ -- a switching device SW2 -- minding -- power amplifier AMP 2 -- supplying -- further -- power amplifier AMP 2 -- difference -- it is supplying the drive current I_{d2} proportional to voltage $G_{2x}(V_{ref2}-V_{r2})$ to semiconductor laser LD2, and photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD2 is performed.

[0049] this condition -- the resistance of a variable resistor R2 -- tuning finely -- voltage V_{r2} and difference -- by changing voltage $G_{2x}(V_{ref2}-V_{r2})$, drive current I_{d2} is tuned finely and the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement by it. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r2} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0050] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW0, SW1, and SW2 is carried out, and each resistance of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents I_{d1} and I_{d2} can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD. Moreover, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(3rd operation gestalt) Next, the 3rd operation gestalt is explained with reference to drawing 4. In addition, in drawing 4, the same sign shows the same as that of drawing 1, or a corresponding portion.

[0051] In drawing 4, if difference with drawing 1 is explained, it connects with the reverse bias to supply voltage V_{cc} and the grand terminal GND, and the anode of the monitor diode PD minds the grand terminal GND, the cathode minds variable resistors R1 and R2, and the monitor diode PD is connected to supply voltage V_{cc} in this automatic power control circuit APC.

[0052] Furthermore, parallel connection of the variable resistors R1 and R2 is carried out, the traveling contact of a variable resistor R1 is connected to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and the traveling contact of a variable resistor R2 is connected to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2.

[0053] Moreover, the low reference voltage V_{ref1} is impressed by supply voltage V_{cc} through resistance r_{10} , and the reference voltage V_{ref2} only with low constant-voltage-power-supply E 2 minutes is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP2 by supply voltage V_{cc} through resistance r_{20} only for constant-voltage-power-supply E 1 minute at the inversed input terminal of the differential amplifier OP1 from it.

[0054] Next, actuation of the automatic power control circuit APC of this configuration is explained. In case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to switch-on, and a switching device SW2 is switched to non-switch-on.

[0055] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD1 emits light will occur to the monitor diode PD, and the photocurrents I_1 and I_2 shunted toward variable resistors R1 and R2 in proportion to each resistance will flow further. Moreover, in both the both ends of variable resistors R1 and R2, an equal voltage drop ($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$) occurs.

[0056] Moreover, in the traveling contact of a variable resistor R1, the division voltage V_{r1} according to the location occurs, and the division voltage V_{r2} according to the location occurs in the traveling contact of a variable resistor R2. And the division voltage V_{r1} is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and the division voltage V_{r2} is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2.

[0057] When voltage V_{r1} is impressed to the differential amplifier OP1, in this way, the differential amplifier OP1 Voltage $G_{1x}(V_{ref1}-V_{r1})$ is supplied to power amplifier AMP 1 through a switching device SW1. voltage V_{r1} and reference voltage V_{ref1} -- comparing -- difference -- furthermore, the power amplifier AMP 1 -- difference -- photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD1 is performed by supplying the drive current I_{d1} proportional to voltage $G_{1x}(V_{ref1}-V_{r1})$ to semiconductor laser LD1.

[0058] on the other hand -- the differential amplifier OP2 -- the same -- voltage V_{r2} and reference voltage V_{ref2} -- comparing -- difference -- although voltage $G_{2x}(V_{ref2}-V_{r2})$ is outputted to a switching device SW2 side, since the switching device SW2 is non-switch-on, drive current I_{d2} is not supplied but semiconductor laser LD2 will be in a putting-out-lights condition.

[0059] the difference outputted from the differential amplifier OP1 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R1 finely, and changing voltage V_{r1} in this condition -- while changing voltage $G_{1x}(V_{ref1}-V_{r1})$

and tuning drive current I_{d1} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r1} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0060] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW2 is switched to switch-on.

[0061] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD2 emits light will occur to the monitor diode PD, and the photocurrents I_1 and I_2 shunted toward variable resistors R1 and R2 in proportion to each resistance will flow further. Moreover, in both the both ends of variable resistors R1 and R2, an equal voltage drop ($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$) occurs.

[0062] Moreover, in the traveling contact of a variable resistor R1, the division voltage V_{r1} according to the location occurs, and the division voltage V_{r2} according to the location occurs in the traveling contact of a variable resistor R2. And the division voltage V_{r1} is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and the division voltage V_{r2} is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2.

[0063] When voltage V_{r2} is impressed to the differential amplifier OP2, in this way, the differential amplifier OP2 Voltage G_{2x} ($V_{ref2} - V_{r2}$) is supplied to power amplifier AMP 2 through a switching device SW2. voltage V_{r2} and reference voltage V_{ref2} — comparing — difference — furthermore, the power amplifier AMP 2 — difference — photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD2 is performed by supplying the drive current I_{d2} proportional to voltage G_{2x} ($V_{ref2} - V_{r2}$) to semiconductor laser LD2.

[0064] on the other hand — the differential amplifier OP1 — the same — voltage V_{r1} and reference voltage V_{ref1} — comparing — difference — although voltage G_{1x} ($V_{ref1} - V_{r1}$) is outputted to a switching device SW1 side, since the switching device SW1 is non-switch-on, drive current I_{d1} is not supplied but semiconductor laser LD1 will be in a putting-out-lights condition.

[0065] the difference outputted from the differential amplifier OP2 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R2 finely, and changing voltage V_{r2} in this condition — while changing voltage G_{2x} ($V_{ref2} - V_{r2}$) and tuning drive current I_{d2} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r2} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0066] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, and the location of each traveling contact of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC.() That is, the direct-current bias currents I_{d1} and I_{d2} can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0067] The luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be adjusted with an individually and sufficient precision by tuning each traveling contact location of variable resistors R1 and R2 finely especially.

[0068] And in case a switching device SW1 is made a flow, a switching device SW2 is made un-flowing, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made un-flowing, and a switching device SW2 is made a flow.

[0069] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

[0070] Moreover, since the switching device SW0 shown with the 1st and 2nd operation gestalt becomes unnecessary, a circuit scale can be made small.

[0071] Moreover, the switching device SW0 shown with the 1st and 2nd operation gestalt Although the case where the photocurrent I_{pd} which the on resistance influences variable resistors R1 and R2, and produces to the monitor diode PD is undetectable with a sufficient precision will be produced since on resistance arises if it forms with an analog switch etc. as shown in drawing 2 In this operation gestalt, since Photocurrent I_{pd} is detected as a voltage drop of only variable resistors R1 and R2, the drive current I_{d1} and I_{d2} of semiconductor laser LD1 and LD2 can be adjusted with high degree of accuracy rather than the 1st and 2nd operation gestalt. (4th operation gestalt) Next, the 4th operation gestalt is explained with reference to drawing 5. In addition, in drawing 5, the same sign shows the same as that of drawing 4, or a corresponding portion.

[0072] In drawing 5, when difference with drawing 4 is explained, in the automatic power control circuit APC shown in drawing 4, it is in the point established between supply voltage V_{cc} and the inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2 in the automatic power control circuit APC of this operation gestalt to switching devices SW1 and SW2 being formed between differential amplifier OP1 and OP2 and power amplifier AMP1 and AMP2.

[0073] That is, between the inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and supply voltage V_{cc} , a switching device SW1 is formed through Resistance r_a , and the switching device SW2 is formed through

Resistance r_b between the inversed input terminal of the differential amplifier OP2, and supply voltage V_{cc} .

[0074] In the automatic power control circuit APC of this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW2 is switched to switch-on.

[0075] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since the potential of the inversed input terminal of the differential amplifier OP2 will become higher than the potential (potential of reference voltage V_{ref2}) of a non-inversed input terminal, the differential amplifier OP2 will be in an OFF state, consequently since, as for semiconductor laser LD2, drive current I_{d2} is not supplied, light is not emitted.

[0076] since the potential of the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP1 becomes higher than reference voltage V_{ref1} on the other hand — the differential amplifier OP1 — operating state — becoming — the difference of voltage V_{r1} and reference voltage V_{ref1} — the drive current I_{d1} proportional to voltage ($V_{ref1} - V_{r1}$) is supplied to semiconductor laser LD1, and emits light. And the photocurrent I_{pd} according to the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 occurs to the monitor diode PD.

[0077] the difference outputted from the differential amplifier OP1 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R1 finely, and changing voltage V_{r1} in this condition — while changing voltage $G1x$ ($V_{ref1} - V_{r1}$) and tuning drive current I_{d1} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r1} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0078] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to switch-on, and a switching device SW2 is switched to non-switch-on.

[0079] Since the potential of the inversed input terminal of the differential amplifier OP1 becomes higher than the potential (potential of reference voltage V_{ref1}) of a non-inversed input terminal by this, the differential amplifier OP1 will be in an OFF state, consequently since, as for semiconductor laser LD1, drive current I_{d1} is not supplied, light is not emitted.

[0080] since the potential of the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2 becomes higher than reference voltage V_{ref2} on the other hand — the differential amplifier OP2 — operating state — becoming — the difference of voltage V_{r2} and reference voltage V_{ref2} — the drive current I_{d2} proportional to voltage ($V_{ref2} - V_{r2}$) is supplied to semiconductor laser LD2, and emits light. And the photocurrent I_{pd} according to the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 occurs to the monitor diode PD.

[0081] the difference outputted from the differential amplifier OP2 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R2 finely, and changing voltage V_{r2} in this condition — while changing voltage $G2x$ ($V_{ref2} - V_{r2}$) and tuning drive current I_{d2} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r2} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0082] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, and the location of each traveling contact of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents I_{d1} and I_{d2} can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0083] The luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be adjusted with an individually and sufficient precision by tuning each traveling contact location of variable resistors R1 and R2 finely especially.

[0084] And in case a switching device SW1 is made un-flowing, a switching device SW2 is made a flow, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made a flow and a switching device SW2 is made un-flowing.

[0085] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(5th operation gestalt) Next, the 5th operation gestalt is explained with reference to drawing 6 . In addition, in drawing 6 , the same sign shows the same as that of drawing 4 , or a corresponding portion.

[0086] In drawing 6 , if difference with drawing 4 is explained, the cathode of semiconductor laser LD1 and LD2 is connected to the grand terminal GND, and reverse bias connection of the monitor diode PD is made to supply voltage V_{cc} and the grand terminal GND.

[0087] Furthermore, the anode of the monitor diode PD is connected to the grand terminal GND through the variable resistors R1 and R2 by which parallel connection was carried out, and the cathode is connected to supply voltage V_{cc} .

[0088] Moreover, the traveling contact of a variable resistor R1 is connected to the inversed input terminal of the differential amplifier OP1 through resistance r_{10} , and the traveling contact of a variable resistor R2 is connected to the inversed input terminal of the differential amplifier OP2 through resistance r_{20} . In addition, the resistance of resistance r_{10} is large enough compared with the resistance of a variable resistor R1, and the

large enough thing of the resistance of resistance r_{20} is desirable compared with the resistance of a variable resistor R_2 . That is, it is desirable to set it as the relation of $r_{10} \gg R_1$ and $r_{20} \gg R_2$.

[0089] Moreover, the reference voltage V_{ref1} produced in the source E_1 of a constant voltage is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP_1 , and the reference voltage V_{ref2} produced in the source E_2 of a constant voltage is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP_2 .

[0090] In the automatic power control circuit APC of this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD_1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D_1 and D_2 , a switching device SW_1 is switched to switch-on, and a switching device SW_2 is switched to non-switch-on.

[0091] In this way, if change control of the switching devices SW_1 and SW_2 is carried out, the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD_1 emits light will occur to the monitor diode PD, and the photocurrents I_1 and I_2 shunted toward variable resistors R_1 and R_2 in proportion to each resistance will flow further. Moreover, in both the both ends of variable resistors R_1 and R_2 , an equal voltage drop ($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$) occurs.

[0092] Moreover, in the traveling contact of a variable resistor R_1 , the division voltage V_{r1} according to the location occurs, and the division voltage V_{r2} according to the location occurs in the traveling contact of a variable resistor R_2 . And the division voltage V_{r1} is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP_1 through resistance r_{10} , and the division voltage V_{r2} is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP_2 through resistance r_{20} .

[0093] When voltage V_{r1} is impressed to the differential amplifier OP_1 , in this way, the differential amplifier OP_1 Voltage G_{1x} ($V_{ref1} - V_{r1}$) is supplied to power amplifier AMP 1 through a switching device SW_1 . voltage V_{r1} and reference voltage V_{ref1} — comparing — difference — furthermore, the power amplifier AMP 1 — difference — photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD_1 is performed by supplying the drive current I_{d1} proportional to voltage G_{1x} ($V_{ref1} - V_{r1}$) to semiconductor laser LD_1 .

[0094] on the other hand — the differential amplifier OP_2 — the same — voltage V_{r2} and reference voltage V_{ref2} — comparing — difference — although voltage G_{2x} ($V_{ref2} - V_{r2}$) is outputted to a switching device SW_2 side, since the switching device SW_2 is non-switch-on, drive current I_{d2} is not supplied but semiconductor laser LD_2 will be in a putting-out-lights condition.

[0095] the difference outputted from the differential amplifier OP_1 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R_1 finely, and changing voltage V_{r1} in this condition — while changing voltage G_{1x} ($V_{ref1} - V_{r1}$) and tuning drive current I_{d1} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD_1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r1} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0096] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD_2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D_1 and D_2 , a switching device SW_1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW_2 is switched to switch-on.

[0097] In this way, if change control of the switching devices SW_1 and SW_2 is carried out, the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD_2 emits light will occur to the monitor diode PD, and the photocurrents I_1 and I_2 shunted toward variable resistors R_1 and R_2 in proportion to each resistance will flow further. Moreover, in both the both ends of variable resistors R_1 and R_2 , an equal voltage drop ($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$) occurs.

[0098] Moreover, in the traveling contact of a variable resistor R_1 , the division voltage V_{r1} according to the location occurs, and the division voltage V_{r2} according to the location occurs in the traveling contact of a variable resistor R_2 . And the division voltage V_{r1} is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP_1 , and the division voltage V_{r2} is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP_2 .

[0099] When voltage V_{r2} is impressed to the differential amplifier OP_2 , in this way, the differential amplifier OP_2 Voltage G_{2x} ($V_{ref2} - V_{r2}$) is supplied to power amplifier AMP 2 through a switching device SW_2 . voltage V_{r2} and reference voltage V_{ref2} — comparing — difference — furthermore, the power amplifier AMP 2 — difference — photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD_2 is performed by supplying the drive current I_{d2} proportional to voltage G_{2x} ($V_{ref2} - V_{r2}$) to semiconductor laser LD_2 .

[0100] on the other hand — the differential amplifier OP_1 — the same — voltage V_{r1} and reference voltage V_{ref1} — comparing — difference — although voltage G_{1x} ($V_{ref1} - V_{r1}$) is outputted to a switching device SW_1 side, since the switching device SW_1 is non-switch-on, drive current I_{d1} is not supplied but semiconductor laser LD_1 will be in a putting-out-lights condition.

[0101] the difference outputted from the differential amplifier OP_2 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R_2 finely, and changing voltage V_{r2} in this condition — while changing voltage G_{2x} ($V_{ref2} - V_{r2}$) and tuning drive current I_{d2} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD_2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r2} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0102] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW_1 and SW_2 is carried out, and the location of each traveling contact of variable resistors R_1 and R_2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD_1 and LD_2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents I_{d1} and I_{d2} can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence

reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0103] The luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be adjusted with an individually and sufficient precision by tuning each adjustable contact location of variable resistors R1 and R2 finely especially.

[0104] And in case a switching device SW1 is made a flow, a switching device SW2 is made un-flowing, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made un-flowing, and a switching device SW2 is made a flow.

[0105] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(6th operation gestalt) Next, the 6th operation gestalt is explained with reference to drawing 7. In addition, in drawing 7, the same sign shows the same as that of drawing 6, or a corresponding portion.

[0106] In drawing 7, when difference with drawing 6 is described, in the automatic power control circuit APC shown in drawing 6, it is in the point established between supply voltage Vcc and the inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2 in the automatic power control circuit APC of this operation gestalt to switching devices SW1 and SW2 being formed between differential amplifier OP1 and OP2 and power amplifier AMP1 and AMP2.

[0107] That is, between the inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and supply voltage Vcc, a switching device SW1 is formed through Resistance ra, and the switching device SW2 is formed through Resistance rb between the inversed input terminal of the differential amplifier OP2, and supply voltage Vcc.

[0108] Moreover, the voltage Vr1 produced in the traveling contact of a variable resistor R1 is supplied to the differential amplifier OP1 through the buffer amplifier BF 1, and the voltage Vr2 produced in the traveling contact of a variable resistor R2 is supplied to the differential amplifier OP2 through the buffer amplifier BF 2.

[0109] In this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW2 is switched to switch-on.

[0110] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, the photocurrent Ipd according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD1 emits light will occur to the monitor diode PD, and the photocurrents I1 and I2 shunted toward variable resistors R1 and R2 in proportion to each resistance will flow further. Moreover, in both the both ends of variable resistors R1 and R2, an equal voltage drop ($I1 \times R1 = I2 \times R2$) occurs.

[0111] Moreover, in the traveling contact of a variable resistor R1, the division voltage Vr1 according to the location occurs, and the division voltage Vr2 according to the location occurs in the traveling contact of a variable resistor R2. And the division voltage Vr1 is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP1 through resistance r10, and the division voltage Vr2 is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP2 through resistance r20.

[0112] When voltage Vr1 is impressed to the differential amplifier OP1, in this way, the differential amplifier OP1 Voltage G1x ($V_{ref1} - Vr1$) is supplied to power amplifier AMP 1. voltage Vr1 and reference voltage Vref1 — comparing — difference — furthermore, the power amplifier AMP 1 — difference — photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD1 is performed by supplying the drive current Id1 proportional to voltage G1x ($V_{ref1} - Vr1$) to semiconductor laser LD1.

[0113] On the other hand, since the potential of a non-inversed input terminal becomes higher than reference voltage Vref2, the differential amplifier OP2 will be in an OFF state, drive current Id2 is not supplied but a result and semiconductor laser LD2 will be in a putting-out-lights condition.

[0114] the difference outputted from the differential amplifier OP1 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R1 finely, and changing voltage Vr1 in this condition — while changing voltage G1x ($V_{ref1} - Vr1$) and tuning drive current Id1 finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage Vr1 returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0115] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to switch-on, and a switching device SW2 is switched to non-switch-on.

[0116] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, the photocurrent Ipd according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD2 emits light will occur to the monitor diode PD, and the photocurrents I1 and I2 shunted toward variable resistors R1 and R2 in proportion to each resistance will flow further. Moreover, in both the both ends of variable resistors R1 and R2, an equal voltage drop ($I1 \times R1 = I2 \times R2$) occurs.

[0117] Moreover, in the traveling contact of a variable resistor R1, the division voltage Vr1 according to the location occurs, and the division voltage Vr2 according to the location occurs in the traveling contact of a variable resistor R2. And the division voltage Vr1 is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and the division voltage Vr2 is impressed to the inversed input terminal of the differential

amplifier OP2.

[0118] When voltage V_{r2} is impressed to the differential amplifier OP2, in this way, the differential amplifier OP2 Voltage $G_{2x} (V_{ref2} - V_{r2})$ is supplied to power amplifier AMP 2. voltage V_{r2} and reference voltage V_{ref2} — comparing — difference — furthermore, the power amplifier AMP 2 — difference — photodetection by luminescence and the monitor diode PD of semiconductor laser LD2 is performed by supplying the drive current I_{d2} proportional to voltage $G_{2x} (V_{ref2} - V_{r2})$ to semiconductor laser LD2.

[0119] On the other hand, since the potential of an inversed input terminal becomes higher than reference voltage V_{ref1} , the differential amplifier OP1 will be in an OFF state, drive current I_{d1} is not supplied but a result and semiconductor laser LD1 will be in a putting-out-lights condition.

[0120] the difference outputted from the differential amplifier OP2 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R2 finely, and changing voltage V_{r2} in this condition — while changing voltage $G_{2x} (V_{ref2} - V_{r2})$ and tuning drive current I_{d2} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r2} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0121] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, and the location of each traveling contact of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents I_{d1} and I_{d2} can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0122] The luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be adjusted with an individually and sufficient precision by tuning each traveling contact location of variable resistors R1 and R2 finely especially.

[0123] And in case a switching device SW1 is made un-flowing, a switching device SW2 is made a flow, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made a flow and a switching device SW2 is made un-flowing.

[0124] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(7th operation gestalt) The 7th operation gestalt is explained with reference to drawing 8 . In addition, in drawing 8 , the same sign shows the same as that of drawing 6 , or a corresponding portion.

[0125] When difference with drawing 6 is described, in drawing 8 in the automatic power control circuit of drawing 6 As opposed to the variable resistors R1 and R2 by which parallel connection was carried out being connected to the anode of the monitor diode PD in the automatic power control circuit APC of this operation gestalt The anode of the monitor diode PD is connected to the grand terminal GND through a variable resistor R1, and the cathode of the monitor diode PD is connected to supply voltage V_{cc} through the variable resistor R2.

[0126] Moreover, the node of the anode of the monitor diode PD and a variable resistor R1 is connected to the inversed input terminal of the differential amplifier OP1 through resistance r_{10} , and the node of the cathode of the monitor diode PD and a variable resistor R2 is connected to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2.

[0127] Moreover, the reference voltage V_{ref1} of the source E1 of a constant voltage is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and the low reference voltage V_{ref1} is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP2 from supply voltage V_{cc} only for source of constant voltage E 2 minutes.

[0128] In the automatic power control circuit APC of this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to switch-on, and a switching device SW2 is switched to non-switch-on.

[0129] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current I_{d2} is not supplied, semiconductor laser LD2 will be in a putting-out-lights condition. The photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD1 emits light occurs to the monitor diode PD. Further to variable resistors R1 and R2 The voltage drops V_{r1} and V_{r2} according to each resistance occur, voltage V_{r1} is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and voltage V_{r2} is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2.

[0130] the difference outputted from the differential amplifier OP1 by tuning the resistance of a variable resistor R1 finely, and changing voltage V_{r1} in this condition — while changing voltage $G_{1x} (V_{ref1} - V_{r1})$ and tuning drive current I_{d1} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r1} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0131] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW2 is switched to switch-on.

[0132] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current Id1 is not supplied, it will be in a putting-out-lights condition, and the photocurrent Ipd according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD2 emits light will occur to the monitor diode PD, and the voltage drops Vr1 and Vr2 according to each resistance will generate semiconductor laser LD1 in variable resistors R1 and R2 further.

[0133] the difference outputted from the differential amplifier OP2 by tuning the resistance of a variable resistor R2 finely, and changing voltage Vr2 in this condition — while changing voltage G2x (Vref2-Vr2) and tuning drive current Id2 finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage Vr2 returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0134] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, and each resistance of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents Id1 and Id2 can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0135] The luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be adjusted with an individually and sufficient precision by tuning each resistance of variable resistors R1 and R2 finely especially. [0136] And in case a switching device SW1 is made a flow, a switching device SW2 is made un-flowing, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made un-flowing, and a switching device SW2 is made a flow.

[0137] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(8th operation gestalt) The 8th operation gestalt is explained with reference to drawing 9 . In addition, in drawing 9 , the same sign shows the same as that of drawing 8 , or a corresponding portion.

[0138] In drawing 9 , when difference with drawing 8 is described, in the automatic power control circuit APC shown in drawing 8 , it is in the point established between supply voltage Vcc and the inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2 in the automatic power control circuit APC of this operation gestalt to switching devices SW1 and SW2 being formed between differential amplifier OP1 and OP2 and power amplifier AMP1 and AMP2. Moreover, the voltage Vr1 produced in a variable resistor R1 is supplied to the differential amplifier OP1 through the buffer amplifier BF 1, and the voltage Vr2 produced in a variable resistor R2 is supplied to the differential amplifier OP2 through the buffer amplifier BF 2.

[0139] In this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW2 is switched to switch-on.

[0140] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current Id2 is not supplied, it will be in a putting-out-lights condition, and the photocurrent Ipd according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD1 emits light will occur to the monitor diode PD, and the voltage drops Vr1 and Vr2 according to each resistance will generate semiconductor laser LD2 in variable resistors R1 and R2 further.

[0141] the difference outputted from the differential amplifier OP1 by tuning the resistance of a variable resistor R1 finely, and changing voltage Vr1 in this condition — while changing voltage G1x (Vref1-Vr1) and tuning drive current Id1 finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage Vr1 returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0142] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to switch-on, and a switching device SW2 is switched to non-switch-on.

[0143] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current Id1 is not supplied, it will be in a putting-out-lights condition, and the photocurrent Ipd according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD2 emits light will occur to the monitor diode PD, and the voltage drops Vr1 and Vr2 according to each resistance will generate semiconductor laser LD1 in variable resistors R1 and R2 further.

[0144] the difference outputted from the differential amplifier OP2 by tuning the resistance of a variable resistor R2 finely, and changing voltage Vr2 in this condition — while changing voltage G2x (Vref2-Vr2) and tuning drive current Id2 finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage Vr2 returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0145] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, and each resistance of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents Id1 and Id2 can

be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0146] The luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be adjusted with an individually and sufficient precision by tuning each resistance of variable resistors R1 and R2 finely especially.

[0147] And in case a switching device SW1 is made un-flowing, a switching device SW2 is made a flow, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made a flow and a switching device SW2 is made un-flowing.

[0148] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(9th operation gestalt) The 9th operation gestalt is explained with reference to drawing 10. In addition, in drawing 10, the same sign shows the same as that of drawing 8, or a corresponding portion.

[0149] When difference with drawing 8 is described, in drawing 10 in the automatic power control circuit of drawing 8 Series connection of the variable resistors R1 and R2 is carried out to the monitor diode PD. As opposed to the voltage Vr1 and Vr2 produced in the anode and cathode of the monitor diode PD, respectively being supplied to the inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2 In the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, the voltage Vr1 and Vr2 produced in each traveling contact of variable resistors R1 and R2 is supplied to the inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2.

[0150] In the automatic power control circuit APC of this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to switch-on, and a switching device SW2 is switched to non-switch-on.

[0151] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current Id2 is not supplied, semiconductor laser LD2 will be in a putting-out-lights condition. The photocurrent Ipd according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD1 emits light occurs to the monitor diode PD. Further to variable resistors R1 and R2 The voltage drops Vr1 and Vr2 according to each traveling contact location occur, voltage Vr1 is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and voltage Vr2 is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2.

[0152] the difference outputted from the differential amplifier OP1 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R1 finely, and changing voltage Vr1 in this condition — while changing voltage G1x (Vref1-Vr1) and tuning drive current Id1 finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage Vr1 returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0153] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW2 is switched to switch-on.

[0154] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current Id1 is not supplied, it will be in a putting-out-lights condition, and the photocurrent Ipd according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD2 emits light will occur to the monitor diode PD, and the voltage drops Vr1 and Vr2 according to each resistance will generate semiconductor laser LD1 in variable resistors R1 and R2 further.

[0155] the difference outputted from the differential amplifier OP2 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R2 finely, and changing voltage Vr2 in this condition — while changing voltage G2x (Vref2-Vr2) and tuning drive current Id2 finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage Vr2 returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0156] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, and each traveling contact location of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents Id1 and Id2 can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0157] Even if it changes each traveling contact location of the variable resistors R1 and R2 by which series connection is especially carried out to Photodiode PD, since the resistance of the variable resistors R1 and R2 to Photodiode PD does not change, the bias current Id of Photodiode PD can be maintained at constant value. For this reason, the sensitivity of Photodiode PD can be kept constant and the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

[0158] And in case a switching device SW1 is made a flow, a switching device SW2 is made un-flowing, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made un-flowing, and a switching device SW2 is made a flow.

[0159] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the

light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

(Gestalt of the 10th operation) The 10th operation gestalt is explained with reference to drawing 11. In addition, in drawing 11, the same sign shows the same as that of drawing 10, or a corresponding portion.

[0160] In drawing 11, when difference with drawing 10 is described, in the automatic power control circuit APC of drawing 10, it is in the point established between supply voltage V_{cc} and the inversed input terminal of differential amplifier OP1 and OP2 in the automatic power control circuit APC of this operation gestalt to switching devices SW1 and SW2 being formed between differential amplifier OP1 and OP2 and power amplifier AMP1 and AMP2. Moreover, the voltage V_{r1} produced in the traveling contact of a variable resistor R1 is supplied to the differential amplifier OP1 through the buffer amplifier BF 1, and the voltage V_{r2} produced in the traveling contact of a variable resistor R2 is supplied to the differential amplifier OP2 through the buffer amplifier BF 2.

[0161] In this configuration, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to non-switch-on, and a switching device SW2 is switched to switch-on.

[0162] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current I_{d2} is not supplied, semiconductor laser LD2 will be in a putting-out-lights condition. The photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD1 emits light occurs to the monitor diode PD. Further to variable resistors R1 and R2 The voltage drops V_{r1} and V_{r2} according to each traveling contact location occur, voltage V_{r1} is impressed to the inversed input terminal of the differential amplifier OP1, and voltage V_{r2} is impressed to the non-inversed input terminal of the differential amplifier OP2.

[0163] the difference outputted from the differential amplifier OP1 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R1 finely, and changing voltage V_{r1} in this condition — while changing voltage $G1x$ ($V_{ref1}-V_{r1}$) and tuning drive current I_{d1} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r1} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0164] Next, in case the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is adjusted, it directs for Controller CNT, and with control signals D1 and D2, a switching device SW1 is switched to switch-on, and a switching device SW2 is switched to non-switch-on.

[0165] In this way, if change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, since drive current I_{d1} is not supplied, it will be in a putting-out-lights condition, and the photocurrent I_{pd} according to the luminous intensity to which semiconductor laser LD2 emits light will occur to the monitor diode PD, and the voltage drops V_{r1} and V_{r2} according to each traveling contact location will generate semiconductor laser LD1 in variable resistors R1 and R2 further.

[0166] the difference outputted from the differential amplifier OP2 by tuning the traveling contact location of a variable resistor R2 finely, and changing voltage V_{r2} in this condition — while changing voltage $G2x$ ($V_{ref2}-V_{r2}$) and tuning drive current I_{d2} finely by it, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD2 is finely tuned about desired reinforcement. Thereby, as mentioned above, voltage V_{r2} returns to the original value again with a predetermined time constant.

[0167] By thus, the thing for which change control of the switching devices SW1 and SW2 is carried out, and each traveling contact location of variable resistors R1 and R2 is tuned finely Drive current of the semiconductor laser LD1 and LD2 by the automatic power control circuit APC () That is, the direct-current bias currents I_{d1} and I_{d2} can be adjusted to a suitable value, and it becomes possible to optimize the luminescence reinforcement of the semiconductor laser LD1 and LD2 at the time of performing information writing or information reading optically to information record media, such as CD and DVD.

[0168] Even if it changes each traveling contact location of the variable resistors R1 and R2 by which series connection is especially carried out to Photodiode PD, since the resistance of the variable resistors R1 and R2 to Photodiode PD does not change, the bias current I_d of Photodiode PD can be maintained at constant value. For this reason, the sensitivity of Photodiode PD can be kept constant and the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

[0169] And in case a switching device SW1 is made un-flowing, a switching device SW2 is made a flow, in case semiconductor laser LD1 performs information writing or information reading and semiconductor laser LD2 performs information writing or information reading after tuning finely, a switching device SW1 is made a flow and a switching device SW2 is made un-flowing.

[0170] Thus, according to the automatic power control circuit APC of this operation gestalt, even if it is the light source OG equipped with one monitor diode PD to two semiconductor laser LD1 and LD2, based on the output of the monitor diode PD, the luminescence reinforcement of semiconductor laser LD1 and LD2 can be finely tuned with a respectively individually and sufficient precision.

[0171] In addition, although the 1st [which was explained above] thru/or 10th operation gestalt explained the case where one monitor diode PD detected the luminescence reinforcement of two semiconductor laser LD1 and LD2, this invention does not limit the number of semiconductor laser to two pieces, and also when controlling two or more semiconductor laser, it can apply it.

[0172] Moreover, it is possible not only semiconductor laser but to control the luminescence reinforcement of

light emitting diode. In short, this invention is applicable about a light emitting device at large. Thereby, not only application of optical pick APPUHE but the application to a printer, a scanner, etc. is possible for this invention. [0173]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the automatic power control circuit of this invention It is the automatic power control circuit which controls automatically the luminescence reinforcement of each above-mentioned light emitting device of the light source equipped with two or more light emitting devices and the photo detector which detects a part of light which each light emitting device injects. As compared with predetermined reference voltage, each voltage produced in two or more variable resistors by which series connection was carried out to the above-mentioned photo detector, and each above-mentioned variable resistor so that the difference of each above-mentioned voltage and reference voltage may become below constant value Have two or more differential amplifier which adjusts the drive current of each above-mentioned light emitting device, and the drive current of each above-mentioned light emitting device is finely tuned by tuning the resistance of each above-mentioned variable resistor finely. Since it considered as the configuration which maintains the luminescence reinforcement of each light emitting device at the resistance of each variable resistor which carried out [above-mentioned] fine tuning, or the value corresponding to a traveling contact location, if the resistance or traveling contact location of each variable resistor is tuned finely, the luminescence reinforcement of the light emitting device which is emitting light can be finely tuned with an individually and sufficient precision. That is, the automatic power control circuit where the number of photo detectors is able to adjust the luminescence reinforcement of each light emitting device with an individually and sufficient precision at least as compared with the number of light emitting devices can be offered.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-244555

(P2001-244555A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 S 5/0683

H 0 1 S 5/0683

5 D 1 1 9

G 1 1 B 7/125

G 1 1 B 7/125

C 5 F 0 4 1

7/13

7/13

5 F 0 7 3

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

J

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-55534 (P2000-55534)

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(22) 出願日 平成12年3月1日 (2000.3.1)

(72) 発明者 兵賀 喜久男

埼玉県所沢市花園四丁目2610番地 バイオ

ニア株式会社所沢工場内

(74) 代理人 100063565

弁理士 小橋 信淳

Fターム (参考) 5D119 AA41 BA01 EC47 FA08 HA44

HA68 KA02

5F041 AA09 BB06 BB10 FF16

5F073 AB04 BA05 FA02 GA03 GA12

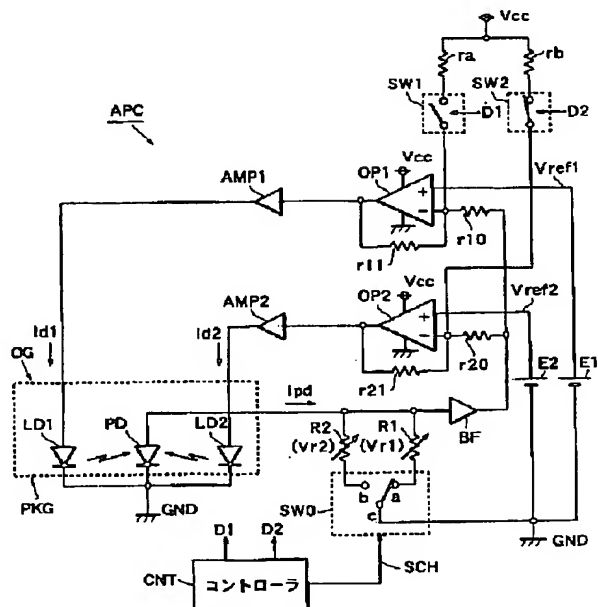
GA18

(54) 【発明の名称】 自動電力制御回路

(57) 【要約】

【課題】 複数の発光素子を備える光源の各発光素子の発光強度を微調整する。

【解決手段】 並列接続された可変抵抗器 R 1, R 2 を、発光素子 L D 1, L D 2 から射出される光の強度を検出するモニタダイオード P D に直列接続する。各可変抵抗器 R 1, R 2 の可動接点に生じる電圧 V r 1, V r 2 を差動増幅器 O P 1, O P 2 の非反転入力端子に供給し、反転入力端子には参照電圧 V r e f 1, V r e f 2 を印加する。発光素子 L D 1 の発光強度を調整する場合には、スイッチ素子 S W 1 を導通且つスイッチ素子 S W 2 を非導通にして、可変抵抗器 R 1 の抵抗値を微調整し、発光素子 L D 2 の発光強度を調整する場合には、スイッチ素子 S W 1 を非導通且つスイッチ素子 S W 2 を導通にして、可変抵抗器 R 2 の抵抗値を微調整する。かかる微調整により、各発光素子 L D 1, L D 2 の駆動電流 I d 1, I d 2 を各可変抵抗器 R 1, R 2 の抵抗値に比例した値に設定して、所望の発光強度を設定することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の発光素子と各発光素子が射出する光の一部を検出する光検出素子とを備えた光源の前記各発光素子の発光強度を自動的に制御する自動電力制御回路であって、

前記光検出素子に対して直列接続された複数の可変抵抗器と、

前記各可変抵抗器に生じる各電圧を所定の参照電圧と比較し、前記各電圧と参照電圧との差分が一定値以下となるように、前記各発光素子の駆動電流を調整する複数の

差動増幅器とを備え、
前記各可変抵抗器の抵抗値を微調整することにより前記各発光素子の駆動電流を微調整して、各発光素子の発光強度を前記微調整した各可変抵抗器の抵抗値又は可動接点位置に対応した値に保つことを特徴とする自動電力制御回路。

【請求項 2】 前記各可変抵抗器は、並列接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の自動電力制御回路。

【請求項 3】 前記各可変抵抗器は、前記光検出器を介在して直列接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の自動電力制御回路。

【請求項 4】 前記光検出器は逆バイアスされたフォトダイオードであり、前記可変抵抗器は前記フォトダイオードのカソード側又はアノード側に接続されていることを特徴とする請求項 2 に記載の自動電力制御回路。

【請求項 5】 前記光検出器は逆バイアスされたフォトダイオードであり、前記可変抵抗器は前記フォトダイオードのカソード側とアノード側にそれぞれ直列接続されていることを特徴とする請求項 3 に記載の自動電力制御回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体レーザや発光ダイオードなどの発光素子の発光強度を自動調整する自動電力制御回路に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の自動電力制御回路 (Automatic Power Control Circuit: APC) は、CD (Compact Disc) プレーヤやDVD (Digital Video Disk又はDigital Versatile Disk) プレーヤに備えられた光ピックアップに用いられている。

【0003】上記の光ピックアップには、図 12 に示すように、半導体レーザLDと光検出素子としてのフォトダイオード (以下、モニタダイオードという) PDがパッケージPKG内に一体的に設けられた構造の光源が備えられており、半導体レーザLDから射出される光をCDやDVDに照射することで、情報書き込み又は情報読み取りを行うようになっている。

【0004】自動電力制御回路は、差動増幅器OPと、

可変抵抗器Rと、一定電圧の参照電圧Vrefを発生する定電圧源Eによって構成されている。また、モニタダイオードPDのアノードとカソード間に可変抵抗器Rが接続されており、差動増幅器OPの非反転入力端子には参照電圧Vref、反転入力端子には可変抵抗器Rに生じる電圧Vrがそれぞれ印加され、差動増幅器OPの出力端子に半導体レーザLDのアノードが接続されている。

【0005】そして、半導体レーザLDから射出される光の一部をモニタダイオードPDが検出することによって生じる光電流Ipdを可変抵抗器Rが電圧Vrに変換し、差動増幅器OPがその電圧Vrと参照電圧Vrefとを比較して、差分電圧 (Vref-Vr) を常に一定値以下とするように、半導体レーザLDの直流バイアス電流 (以下、駆動電流という) Idをフィードバック制御することで、半導体レーザLDの発光強度を一定に保つようになっている。

【0006】また、可変抵抗器Rの抵抗値を変化させると、その直後は電圧Vrが変化して駆動電流Idも変化する。そして、駆動電流Idの変化に応じて半導体レーザLDの発光強度が変化するので、光電流Ipdもそれに伴って変化し、電圧Vrは所定の時定数にて元の値に戻る。このため、可変抵抗器Rの抵抗値を微調整することで、半導体レーザLDから射出される光の発光強度をCDやDVDに対する情報書き込み又は情報読み取りに適した値となるように調整できるようになっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のCDやDVD等の情報記録媒体は、記録密度の向上等が図られるようになり、そのため物理的に光学特性の異なる多種類の情報記録媒体が開発されて市場に出回るようになった。

【0008】このため、光学特性の異なる情報記録媒体を区別することなく利用することが可能な、いわゆる互換性を有するCDプレーヤやDVDプレーヤを提供する必要性が高まっている。

【0009】こうした要求に対し、図 13 に示すように、波長の異なる光を射出する半導体レーザLD1、LD2とモニタダイオードPDがパッケージPKG内に一体的に設けられた構造の光源が開発され、光学特性の違う情報記録媒体に応じて、半導体レーザLD1、LD2を切り替えて使用する光ピックアップが提案されるようになった。

【0010】そこで、これらの半導体レーザLD1、LD2の発光強度を自動調節するために、図 13 に示した自動電力制御回路を適用する試みがなされた。つまり、図 13 に示すように、半導体レーザLD1、LD2をそれぞれ駆動するために 2 個の差動増幅器OP1、OP2を設け、モニタダイオードPDで生じる光電流Ipdを可変抵抗器Rで電圧Vrに変換して、その電圧Vrと参照電圧Vrefを差動増幅器OP1、OP2の非反転入力端

子と反転入力端子にそれぞれ印加する構成が試みられた。

【0011】そして、半導体レーザLD1の発光強度を調整する場合には、半導体レーザLD1だけを発光させた状態で可変抵抗器Rを調整し、半導体レーザLD2の発光強度を調整する場合には、半導体レーザLD2だけを発光させた状態で可変抵抗器Rを調整することとした。

【0012】しかし、図13に示す自動電力制御回路では、半導体レーザLD1、LD2に供給する駆動電流I_{d1}、I_{d2}を共に可変抵抗器Rで微調整することになるため、半導体レーザLD1、LD2のそれぞれの発光強度を個別に精度良く調整することができないという課題があった。

【0013】本発明はこうした従来の課題を克服するためになされたものであり、主に、発光素子の数に比べてモニタ用の光検出素子の数が少ない場合でも、それぞれの発光素子の発光強度を個別に精度良く調整することが可能な自動電力制御回路を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の自動電力制御回路は、複数の発光素子と各発光素子が射出する光の一部を検出する光検出素子とを備えた光源の上記各発光素子の発光強度を自動的に制御する自動電力制御回路であって、上記光検出素子に対して直列接続された複数の可変抵抗器と、上記各可変抵抗器に生じる各電圧を所定の参照電圧と比較し、上記各電圧と参照電圧との差分が一定値以下となるように、上記各発光素子の駆動電流を調整する複数の差動増幅器とを備え、上記各可変抵抗器の抵抗値を微調整することにより上記各発光素子の駆動電流を微調整して、各発光素子の発光強度を上記微調整した各可変抵抗器の抵抗値又は可動接点位置に対応した値に保つことを特徴とする。

【0015】かかる構成によると、各発光素子が発光する光の強度に応じた検出信号が光検出素子に発生し、更に、検出信号に応じた電圧降下が各可変抵抗器に発生する。各可変抵抗器の抵抗値を微調整すると、本自動電力制御回路は、発光している発光素子の発光強度を個別に且つ精度良く微調整することができ、微調整した状態で各発光素子の発光強度を保つように動作する。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の自動電力制御回路の実施の形態を図面を参照して説明する。尚、一実施形態として、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う光ピックアップに備えられ、半導体レーザを発光させる自動電力制御回路について説明する。

(第1の実施形態) 図1は、第1の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。同図において、光ピックアップ(図示省略)に設けられる光源OGは、パ

ッケージPKG内に2個の半導体レーザLD1、LD2と光検出器としての1個のモニタダイオードPDが一体に設けられた構造を有している。

【0017】また、半導体レーザLD1、LD2から射出される光の一部をモニタダイオードPDが検出するようになっている。つまり、半導体レーザLD1を発光させて半導体レーザLD2を消灯させると、半導体レーザLD1から射出される光の一部をモニタダイオードPDが検出し、半導体レーザLD1を消灯させて半導体レーザLD2を発光させると、半導体レーザLD2から射出される光の一部をモニタダイオードPDが検出するようになっている。

【0018】また、半導体レーザLD1、LD2のカソードとモニタダイオードPDのカソードは共にグランド端子GNDに接続されている。より詳細には、半導体レーザLD1、LD2のカソードとモニタダイオードPDのカソードはパッケージPKG内で共通接続されており、その共通接続されたカソードがカソードコモン状態でグランド端子GNDに接続されている。

【0019】本実施形態の自動電力制御回路APCは、2個の差動増幅器OP1、OP2と、バッファアンプとしての電力増幅器AMP1、AMP2、アナログスイッチで形成されたスイッチ素子SW1、SW2と、一定電圧の参照電圧V_{ref1}、V_{ref2}を発生する定電圧源E1、E2と、可変抵抗器R1、R2と、スイッチ素子SW0及びコントローラCNTを備えて構成されている。

【0020】ここで、差動増幅器OP1は抵抗r₁₀、r₁₁によって所定の利得G₁に設定され、差動増幅器OP2は抵抗r₂₀、r₂₁によって所定の利得G₂に設定されている。尚、抵抗r₁₀の抵抗値は可変抵抗器R1の抵抗値に比べて十分大きく、抵抗r₂₀の抵抗値は可変抵抗器R2の抵抗値に比べて十分大きいことが望ましい。つまり、r₁₀≫R1、r₂₀≫R2の關係に設定することが望ましい。

【0021】また、差動増幅器OP1、OP2は、グランド端子GNDに対してプラスの電源電圧V_{cc}によって駆動されている。

【0022】また、差動増幅器OP1の出力端子は、スイッチ素子SW1と電力増幅器AMP1を介して半導体レーザLD1のアノードに接続され、差動増幅器OP2の出力端子は、スイッチ素子SW2と電力増幅器AMP2を介して半導体レーザLD2のアノードに接続されている。

【0023】また、差動増幅器OP1、OP2の非反転入力端子には、それぞれ抵抗r₁₀、r₂₀を介してモニタダイオードPDのアノードに接続され、差動増幅器OP1の反転入力端子には定電圧源E1、差動増幅器OP2の反転入力端子には定電圧源E2が接続されている。

【0024】ここで、定電圧源E1、E2のそれぞれの参照電圧V_{ref1}、V_{ref2}は、電源電圧V_{cc}よりも低い電

圧に設定されており、 $0 < V_{ref1} < V_{cc}$ 、 $0 < V_{ref2} < V_{cc}$ の関係となっている。

【0025】可変抵抗器R1、R2は、一端が共にモニタダイオードPDのアノードに共通接続され、それぞれ他端はスイッチ素子SW0の切換え接点a、bに接続されている。そして、スイッチ素子SW0のコモン接点cがグランド端子GNDに接続されている。これにより、スイッチ素子SW0を切換え接点a側に切換え接続すると、可変抵抗器R1がモニタダイオードPDに対して並列接続され、スイッチ素子SW0を切換え接点b側に切換え接続すると、可変抵抗器R2がモニタダイオードPDに対して並列接続されるようになっている。

【0026】尚、図2に示すように、スイッチ素子SW0は、アナログスイッチSWa、SWbとインバータINVを備えて構成され、切換え信号SCHによってアナログスイッチSWa、SWbを排他的にオン/オフ制御することで、モニタダイオードPDに対する可変抵抗器R1、R2の切換え接続を行うようになっている。

【0027】つまり、論理“L”の切換え信号SCHを供給すると、アナログスイッチSWaは導通状態、アナログスイッチSWbは非導通状態となって、可変抵抗器R1がモニタダイオードPDに対して並列に接続する。論理“H”の切換え信号SCHを供給すると、アナログスイッチSWaは非導通状態、アナログスイッチSWbは導通状態となって、可変抵抗器R2がモニタダイオードPDに対して並列に接続する。

【0028】コントローラCNTは、制御信号D1、D2、SCHによって上記スイッチ素子SW0、SW1、SW2を切換え制御するマイクロプロセッサ(MPU)等を備えている。ここで、切換え信号SCHによってスイッチ素子SW0を切換え接点a側に接続する際には、制御信号D1、D2によりスイッチ素子SW1を導通且つスイッチ素子SW2を非導通にし、スイッチ素子SW0を切換え接点b側に接続する際には、制御信号D1、D2によりスイッチ素子SW1を非導通且つスイッチ素子SW2を導通とするように切換え制御する。

【0029】次に、かかる構成を有する自動電力制御回路APCの動作を説明する。半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、スイッチ素子SW0を切換え接点a側に接続して可変抵抗器R1だけをモニタダイオードPDに対して並列接続させる。更に、スイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態にする。

【0030】こうしてスイッチ素子SW0、SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生し、更に、光電流Ipdに比例した電圧Vr1が可変抵抗器R1に発生すると共に、電圧Vr1が差動増幅器OP1の反転入力端子に印加する。つまり、差動増幅器OP1は電圧Vr1と参照電圧Vref1とを比較すると共に、

差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ をスイッチ素子SW1を介して電力増幅器AMP1に供給し、更に、電力増幅器AMP1が差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ に比例した駆動電流Id1を半導体レーザLD1に供給することで、半導体レーザLD1の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0031】この状態で、可変抵抗器R1の抵抗値を微調整し、電圧Vr1及び差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ を変化させることで、駆動電流Id1を微調整し、それによって半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr1は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0032】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、スイッチ素子SW0を切換え接点b側に接続して可変抵抗器R2だけをモニタダイオードPDに対して並列接続させる。更に、スイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態にする。

【0033】こうしてスイッチ素子SW0、SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生し、更に、光電流Ipdに比例した電圧Vr2が可変抵抗器R2に発生すると共に、電圧Vr2が差動増幅器OP2の反転入力端子に印加する。つまり、差動増幅器OP2は電圧Vr2と参照電圧Vref2とを比較すると共に、差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ をスイッチ素子SW2を介して電力増幅器AMP2に供給し、更に、電力増幅器AMP2が差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ に比例した駆動電流Id2を半導体レーザLD2に供給することで、半導体レーザLD2の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0034】この状態で、可変抵抗器R2の抵抗値を微調整し、電圧Vr2及び差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ を変化させることで、駆動電流Id2を微調整し、それによって半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr2は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0035】このように、スイッチ素子SW0、SW1、SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの抵抗値を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1、LD2の駆動電流(すなわち、直流バイアス電流)Id1、Id2を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1、LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0036】尚、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にすると共に、スイッチ素子SW0を切換え接点a側に接続すること

で、本自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1の発光強度を微調整した値に保つことができる。

【0037】また、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にすると共に、スイッチ素子SW0を切換え接点b側に接続することで、本自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD2の発光強度を微調整した値に保つことができる。

【0038】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

(第2の実施形態) 次に、第2の実施形態を図3を参照して説明する。尚、図3において図1と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0039】図3に示す本実施形態の自動電力制御回路APCと図1に示した自動電力制御回路APCとの相違点を述べると、図1に示した自動電力制御回路APCでは、スイッチ素子SW1、SW2が差動増幅器OP1、OP2と電力増幅器AMP1、AMP2の間に設けられているのに対し、本実施形態の自動電力制御回路APCでは、電源電圧Vccと差動増幅器OP1、OP2の反転入力端子の間に設けられている点にある。

【0040】すなわち、差動増幅器OP1の反転入力端子と電源電圧Vccの間に、抵抗raを介してスイッチ素子SW1が設けられ、差動増幅器OP2の反転入力端子と電源電圧Vccの間に、抵抗rbを介してスイッチ素子SW2が設けられている。

【0041】また、モニタダイオードPDと抵抗r10、r20の間に、バッファアンプBFが設けられている。

【0042】かかる構成を有する自動電力制御回路APCにおいて、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、スイッチ素子SW0を切換え接点a側に接続して可変抵抗器R1だけをモニタダイオードPDに対して並列接続させる。更に、スイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態にする。

【0043】こうしてスイッチ素子SW0、SW1、SW2を切換え制御すると、差動増幅器OP2の反転入力端子の電位が参照電圧Vref2より高くなるため、差動増幅器OP2はオフ状態となり、半導体レーザLD2は駆動電流Id2が供給されずに消灯状態になる。

【0044】一方、差動増幅器OP1の非反転入力端子の電位は参照電圧Vref1より低くなるため、差動増幅器OP1は動作状態となり、半導体レーザLD1は駆動電流Id1が供給されて発光する。そして、発光する光の強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生し、更に、光電流Ipdに比例した電圧Vr1が可変抵抗器

R1に発生すると共に、電圧Vr1がバッファアンプBFを通じて差動増幅器OP1の反転入力端子に印加する。つまり、差動増幅器OPは電圧Vr1と参照電圧Vref1とを比較すると共に、差分電圧G1×(Vref1-Vr1)をスイッチ素子SW1を介して電力増幅器AMP1に供給し、更に、電力増幅器AMP1が差分電圧G1×(Vref1-Vr1)に比例した駆動電流Id1を半導体レーザLD1に供給することで、半導体レーザLD1の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0045】この状態で、可変抵抗器R1の抵抗値を微調整し、電圧Vr1及び差分電圧G1×(Vref1-Vr1)を変化させることで、駆動電流Id1を微調整し、それによって半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr1は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0046】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、スイッチ素子SW0を切換え接点b側に接続して可変抵抗器R2だけをモニタダイオードPDに対して並列接続させる。更に、スイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態にする。

【0047】こうしてスイッチ素子SW0、SW1、SW2を切換え制御すると、差動増幅器OP1の反転入力端子の電位が参照電圧Vref1より高くなるため、差動増幅器OP1はオフ状態となり、半導体レーザLD1は駆動電流Id1が供給されずに消灯状態になる。

【0048】一方、差動増幅器OP2の非反転入力端子の電位は参照電圧Vref2より低くなるため、差動増幅器OP2は動作状態となり、半導体レーザLD2は駆動電流Id2が供給されて発光する。そして、発光する光の強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生し、更に、光電流Ipdに比例した電圧Vr2が可変抵抗器R2に発生すると共に、電圧Vr2がバッファアンプBFを通じて差動増幅器OP2の反転入力端子に印加する。つまり、差動増幅器OPは電圧Vr2と参照電圧Vref2とを比較すると共に、差分電圧G2×(Vref2-Vr2)をスイッチ素子SW2を介して電力増幅器AMP2に供給し、更に、電力増幅器AMP2が差分電圧G2×(Vref2-Vr2)に比例した駆動電流Id2を半導体レーザLD2に供給することで、半導体レーザLD2の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0049】この状態で、可変抵抗器R2の抵抗値を微調整し、電圧Vr2及び差分電圧G2×(Vref2-Vr2)を変化させることで、駆動電流Id2を微調整し、それによって半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr2は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0050】このように、スイッチ素子SW0、SW1、SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの抵抗値を微調整することで、自動電力制御回路

APCによる半導体レーザLD1, LD2の駆動電流(すなわち、直流バイアス電流) I_{d1} , I_{d2} を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1, LD2の発光強度を最適化することが可能となる。また、2個の半導体レーザLD1, LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1, LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

(第3の実施形態) 次に、第3の実施形態を、図4を参照して説明する。尚、図4において図1と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0051】図4において、図1との相違点を説明すると、本自動電力制御回路APCでは、モニタダイオードPDが電源電圧Vccとグランド端子GNDに対して逆バイアスに接続されており、モニタダイオードPDのアノードはグランド端子GND、そのカソードは可変抵抗器R1, R2を介して電源電圧Vccに接続されている。

【0052】更に、可変抵抗器R1, R2は並列接続されており、可変抵抗器R1の可動接点が差動増幅器OP1の非反転入力端子に接続され、可変抵抗器R2の可動接点が差動増幅器OP2の非反転入力端子に接続されている。

【0053】また、差動増幅器OP1の反転入力端子には、電源電圧Vccより定電圧電源E1分だけ低い参照電圧Vref1が抵抗r10を介して印加され、差動増幅器OP2の反転入力端子には、電源電圧Vccより定電圧電源E2分だけ低い参照電圧Vref2が抵抗r20を介して印加されている。

【0054】次に、かかる構成の自動電力制御回路APCの動作を説明する。半導体レーザLD1の発光強度を調整するには、コントローラCNTに指示し、制御信号D1, D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切換える。

【0055】こうしてスイッチ素子SW1, SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流 I_{pd} がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1, R2には、それぞれの抵抗値に比例して分流された光電流 I_1 , I_2 が流れる。また、可変抵抗器R1とR2の両端には、共に等しい電圧降下 ($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$) が発生する。

【0056】また、可変抵抗器R1の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr1が発生し、可変抵抗器R2の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr2が発生する。そして、分割電圧Vr1は差動増幅器OP1の非反転入力端子に印加され、分割電圧Vr2は差動増幅器OP2の非反転入力端子に印加される。

【0057】こうして差動増幅器OP1に電圧Vr1が印

加されると、差動増幅器OP1は、電圧Vr1と参照電圧Vref1とを比較し、差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ をスイッチ素子SW1を介して電力増幅器AMP1に供給し、更に、電力増幅器AMP1が差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ に比例した駆動電流 I_{d1} を半導体レーザLD1に供給することで、半導体レーザLD1の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0058】一方、差動増幅器OP2も同様に電圧Vr2と参照電圧Vref2とを比較し、差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ をスイッチ素子SW2側へ出力するが、スイッチ素子SW2が非導通状態となっているため、半導体レーザLD2は駆動電流 I_{d2} が供給されず消灯状態となる。

【0059】この状態で、可変抵抗器R1の可動接点位置を微調整し、電圧Vr1を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ を変化させ、それによって駆動電流 I_{d1} を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr1は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0060】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整するには、コントローラCNTに指示して、制御信号D1, D2によってスイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態に切換える。

【0061】こうしてスイッチ素子SW1, SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流 I_{pd} がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1, R2には、それぞれの抵抗値に比例して分流された光電流 I_1 , I_2 が流れる。また、可変抵抗器R1とR2の両端には、共に等しい電圧降下 ($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$) が発生する。

【0062】また、可変抵抗器R1の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr1が発生し、可変抵抗器R2の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr2が発生する。そして、分割電圧Vr1は差動増幅器OP1の非反転入力端子に印加され、分割電圧Vr2は差動増幅器OP2の非反転入力端子に印加される。

【0063】こうして差動増幅器OP2に電圧Vr2が印加されると、差動増幅器OP2は、電圧Vr2と参照電圧Vref2とを比較し、差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ をスイッチ素子SW2を介して電力増幅器AMP2に供給し、更に、電力増幅器AMP2が差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ に比例した駆動電流 I_{d2} を半導体レーザLD2に供給することで、半導体レーザLD2の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0064】一方、差動増幅器OP1も同様に電圧Vr1と参照電圧Vref1とを比較し、差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ をスイッチ素子SW1側へ出力するが、スイッチ素子SW1が非導通状態となっているため、半導体レーザLD1は駆動電流 I_{d1} が供給されず消灯状態とな

る。

【0065】この状態で、可変抵抗器R2の可動接点位置を微調整し、電圧Vr2を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_r2)$ を変化させ、それによって駆動電流Id2を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr2は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0066】このように、スイッチ素子SW1、SW2を切り換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの可動接点の位置を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1、LD2の駆動電流（すなわち、直流バイアス電流）Id1、Id2を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1、LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0067】特に、可変抵抗器R1、R2の各可動接点位置を微調整することで、半導体レーザLD1、LD2の発光強度を個別に且つ精度良く調整することができる。

【0068】そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にする。

【0069】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

【0070】また、第1、第2の実施形態で示したスイッチ素子SW0が不用となるので、回路規模を小さくすることができる。

【0071】また、第1、第2の実施形態で示したスイッチ素子SW0は、図2に示したようにアナログスイッチなどで形成すると、オン抵抗が生じるため、そのオン抵抗が可変抵抗器R1、R2に影響してモニタダイオードPDに生じる光電流Ipdを精度良く検出できない場合を生じるが、本実施形態では、光電流Ipdを可変抵抗器R1、R2のみの電圧降下として検出するので、半導体レーザLD1、LD2の駆動電流Id1、Id2の調整を第1、第2の実施形態よりも高精度で行うことができる。

（第4の実施形態）次に、第4の実施形態を、図5を参照して説明する。尚、図5において図4と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0072】図5において、図4との相違点を説明すると、図4に示した自動電力制御回路APCでは、スイッ

チ素子SW1、SW2が差動増幅器OP1、OP2と電力増幅器AMP1、AMP2の間に設けられているのに対し、本実施形態の自動電力制御回路APCでは、電源電圧Vccと差動増幅器OP1、OP2の反転入力端子の間に設けられている点にある。

【0073】すなわち、差動増幅器OP1の反転入力端子と電源電圧Vccの間に、抵抗raを介してスイッチ素子SW1が設けられ、差動増幅器OP2の反転入力端子と電源電圧Vccの間に、抵抗rbを介してスイッチ素子SW2が設けられている。

【0074】かかる構成の自動電力制御回路APCにおいて、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示し、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態に切り換える。

【0075】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切り換え制御すると、差動増幅器OP2の反転入力端子の電位が非反転入力端子の電位（参照電圧Vref2の電位）より高くなるため、差動増幅器OP2はオフ状態となり、その結果、半導体レーザLD2は駆動電流Id2が供給されないため発光しない。

【0076】一方、差動増幅器OP1の非反転入力端子の電位は参照電圧Vref1より高くなるため、差動増幅器OP1は動作状態となり、電圧Vr1と参照電圧Vref1との差分電圧（ $V_{ref1} - V_r1$ ）に比例した駆動電流Id1が半導体レーザLD1に供給されて発光する。そして、半導体レーザLD1の発光強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生する。

【0077】この状態で、可変抵抗器R1の可動接点位置を微調整し、電圧Vr1を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_r1)$ を変化させ、それによって駆動電流Id1を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr1は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0078】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切り換える。

【0079】これにより、差動増幅器OP1の反転入力端子の電位が非反転入力端子の電位（参照電圧Vref1の電位）より高くなるため、差動増幅器OP1はオフ状態となり、その結果、半導体レーザLD1は駆動電流Id1が供給されないため発光しない。

【0080】一方、差動増幅器OP2の非反転入力端子の電位は参照電圧Vref2より高くなるため、差動増幅器OP2は動作状態となり、電圧Vr2と参照電圧Vref2との差分電圧（ $V_{ref2} - V_r2$ ）に比例した駆動電流Id2が半導体レーザLD2に供給されて発光する。そして、半導体レーザLD2の発光強度に応じた光電流Ipdがモニ

タダイオードPDに発生する。

【0081】この状態で、可変抵抗器R2の可動接点位置を微調整し、電圧Vr2を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ を変化させ、それによって駆動電流Id2を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr2は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0082】このように、スイッチ素子SW1、SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの可動接点の位置を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1、LD2の駆動電流（すなわち、直流バイアス電流）Id1、Id2を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1、LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0083】特に、可変抵抗器R1、R2の各可動接点位置を微調整することで、半導体レーザLD1、LD2の発光強度を個別に且つ精度良く調整することができる。

【0084】そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にする。

【0085】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

（第5の実施形態）次に、第5の実施形態を、図6を参照して説明する。尚、図6において図4と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0086】図6において、図4との相違点を説明すると、半導体レーザLD1、LD2のカソードはグランド端子GNDに接続され、モニタダイオードPDは電源電圧Vccとグランド端子GNDに対して逆バイアス接続されている。

【0087】更に、モニタダイオードPDのアノードは、並列接続された可変抵抗器R1、R2を介してグランド端子GNDに接続され、カソードは電源電圧Vccに接続されている。

【0088】また、可変抵抗器R1の可動接点が抵抗r10を介して差動増幅器OP1の反転入力端子に接続され、可変抵抗器R2の可動接点が抵抗r20を介して差動増幅器OP2の反転入力端子に接続されている。尚、抵抗r10の抵抗値は可変抵抗器R1の抵抗値に比べて十分

大きく、抵抗r20の抵抗値は可変抵抗器R2の抵抗値に比べて十分大きいことが望ましい。つまり、 $r10 \gg R1$ 、 $r20 \gg R2$ の関係に設定することが望ましい。

【0089】また、差動増幅器OP1の非反転入力端子には、定電圧源E1で生じる参照電圧Vref1が印加され、差動増幅器OP2の非反転入力端子には、定電圧源E2で生じる参照電圧Vref2が印加されている。

【0090】かかる構成の自動電力制御回路APCにおいて、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示し、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切換える。

【0091】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの抵抗値に比例して分流された光電流I1、I2が流れる。また、可変抵抗器R1とR2の両端には、共に等しい電圧降下（ $I1 \times R1 = I2 \times R2$ ）が発生する。

【0092】また、可変抵抗器R1の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr1が発生し、可変抵抗器R2の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr2が発生する。そして、分割電圧Vr1は抵抗r10を介して差動増幅器OP1の反転入力端子に印加され、分割電圧Vr2は抵抗r20を介して差動増幅器OP2の反転入力端子に印加される。

【0093】こうして差動増幅器OP1に電圧Vr1が印加されると、差動増幅器OP1は、電圧Vr1と参照電圧Vref1とを比較し、差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ をスイッチ素子SW1を介して電力増幅器AMP1に供給し、更に、電力増幅器AMP1が差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ に比例した駆動電流Id1を半導体レーザLD1に供給することで、半導体レーザLD1の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0094】一方、差動増幅器OP2も同様に電圧Vr2と参照電圧Vref2とを比較し、差分電圧 $G2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ をスイッチ素子SW2側へ出力するが、スイッチ素子SW2が非導通状態となっているため、半導体レーザLD2は駆動電流Id2が供給されず消灯状態となる。

【0095】この状態で、可変抵抗器R1の可動接点位置を微調整し、電圧Vr1を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧 $G1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ を変化させ、それによって駆動電流Id1を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr1は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0096】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を非導通状

態、スイッチ素子SW2を導通状態に切換える。

【0097】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流 I_{pd} がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの抵抗値に比例して分流された光電流 I_1 、 I_2 が流れる。また、可変抵抗器R1とR2の両端には、共に等しい電圧降下($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$)が発生する。

【0098】また、可変抵抗器R1の可動接点にはその位置に応じた分割電圧 V_{r1} が発生し、可変抵抗器R2の可動接点にはその位置に応じた分割電圧 V_{r2} が発生する。そして、分割電圧 V_{r1} は差動増幅器OP1の反転入力端子に印加され、分割電圧 V_{r2} は差動増幅器OP2の反転入力端子に印加される。

【0099】こうして差動増幅器OP2に電圧 V_{r2} が印加されると、差動増幅器OP2は、電圧 V_{r2} と参照電圧 V_{ref2} とを比較し、差分電圧 $G_2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ をスイッチ素子SW2を介して電力増幅器AMP2に供給し、更に、電力増幅器AMP2が差分電圧 $G_2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ に比例した駆動電流 I_{d2} を半導体レーザLD2に供給することで、半導体レーザLD2の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0100】一方、差動増幅器OP1も同様に電圧 V_{r1} と参照電圧 V_{ref1} とを比較し、差分電圧 $G_1 \times (V_{ref1} - V_{r1})$ をスイッチ素子SW1側へ出力するが、スイッチ素子SW1が非導通状態となっているため、半導体レーザLD1は駆動電流 I_{d1} が供給されず消灯状態となる。

【0101】この状態で、可変抵抗器R2の可動接点位置を微調整し、電圧 V_{r2} を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧 $G_2 \times (V_{ref2} - V_{r2})$ を変化させ、それによって駆動電流 I_{d2} を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧 V_{r2} は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0102】このように、スイッチ素子SW1、SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの可動接点の位置を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1、LD2の駆動電流(すなわち、直流バイアス電流) I_{d1} 、 I_{d2} を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1、LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0103】特に、可変抵抗器R1、R2の各可動接点位置を微調整することで、半導体レーザLD1、LD2の発光強度を個別に且つ精度良く調整することができる。

【0104】そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う

際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にする。

【0105】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

(第6の実施形態)次に、第6の実施形態を図7を参照して説明する。尚、図7において、図6と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0106】図7において、図6との相違点を述べると、図6に示した自動電力制御回路APCでは、スイッチ素子SW1、SW2が差動増幅器OP1、OP2と電力増幅器AMP1、AMP2の間に設けられているのに対し、本実施形態の自動電力制御回路APCでは、電源電圧 V_{cc} と差動増幅器OP1、OP2の反転入力端子の間に設けられている点にある。

【0107】すなわち、差動増幅器OP1の反転入力端子と電源電圧 V_{cc} の間に、抵抗 r_a を介してスイッチ素子SW1が設けられ、差動増幅器OP2の反転入力端子と電源電圧 V_{cc} の間に、抵抗 r_b を介してスイッチ素子SW2が設けられている。

【0108】また、可変抵抗器R1の可動接点に生じる電圧 V_{r1} をバッファアンプBF1を介して差動増幅器OP1に供給し、可変抵抗器R2の可動接点に生じる電圧 V_{r2} をバッファアンプBF2を介して差動増幅器OP2に供給するようになっている。

【0109】かかる構成において、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示し、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態に切換える。

【0110】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流 I_{pd} がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの抵抗値に比例して分流された光電流 I_1 、 I_2 が流れる。また、可変抵抗器R1とR2の両端には、共に等しい電圧降下($I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$)が発生する。

【0111】また、可変抵抗器R1の可動接点にはその位置に応じた分割電圧 V_{r1} が発生し、可変抵抗器R2の可動接点にはその位置に応じた分割電圧 V_{r2} が発生する。そして、分割電圧 V_{r1} は抵抗 r_{10} を介して差動増幅器OP1の反転入力端子に印加され、分割電圧 V_{r2} は抵抗 r_{20} を介して差動増幅器OP2の反転入力端子に印加される。

【0112】こうして差動増幅器OP1に電圧 V_{r1} が印

加されると、差動増幅器OP1は、電圧Vr1と参照電圧Vref1とを比較し、差分電圧 $G1 \times (Vref1 - Vr1)$ を電力増幅器AMP1に供給し、更に、電力増幅器AMP1が差分電圧 $G1 \times (Vref1 - Vr1)$ に比例した駆動電流Id1を半導体レーザLD1に供給することで、半導体レーザLD1の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0113】一方、差動増幅器OP2は、非反転入力端子の電位が参照電圧Vref2より高くなるためオフ状態となり、結果、半導体レーザLD2は駆動電流Id2が供給されず消灯状態となる。

【0114】この状態で、可変抵抗器R1の可動接点位置を微調整し、電圧Vr1を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧 $G1 \times (Vref1 - Vr1)$ を変化させ、それによって駆動電流Id1を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr1は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0115】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切り替える。

【0116】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切り換え制御すると、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流IpDがモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの抵抗値に比例して分流された光電流I1、I2が流れる。また、可変抵抗器R1とR2の両端には、共に等しい電圧降下($I1 \times R1 = I2 \times R2$)が発生する。

【0117】また、可変抵抗器R1の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr1が発生し、可変抵抗器R2の可動接点にはその位置に応じた分割電圧Vr2が発生する。そして、分割電圧Vr1は差動増幅器OP1の反転入力端子に印加され、分割電圧Vr2は差動増幅器OP2の反転入力端子に印加される。

【0118】こうして差動増幅器OP2に電圧Vr2が印加されると、差動増幅器OP2は、電圧Vr2と参照電圧Vref2とを比較し、差分電圧 $G2 \times (Vref2 - Vr2)$ を電力増幅器AMP2に供給し、更に、電力増幅器AMP2が差分電圧 $G2 \times (Vref2 - Vr2)$ に比例した駆動電流Id2を半導体レーザLD2に供給することで、半導体レーザLD2の発光とモニタダイオードPDによる光検出が行われる。

【0119】一方、差動増幅器OP1は、反転入力端子の電位が参照電圧Vref1より高くなるためオフ状態となり、結果、半導体レーザLD1は駆動電流Id1が供給されず消灯状態となる。

【0120】この状態で、可変抵抗器R2の可動接点位置を微調整し、電圧Vr2を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧 $G2 \times (Vref2 - Vr$

2)を変化させ、それによって駆動電流Id2を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr2は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0121】このように、スイッチ素子SW1、SW2を切り換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの可動接点の位置を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1、LD2の駆動電流(すなわち、直流バイアス電流)Id1、Id2を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1、LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0122】特に、可変抵抗器R1、R2の各可動接点位置を微調整することで、半導体レーザLD1、LD2の発光強度を個別に且つ精度良く調整することができる。

【0123】そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にする。

【0124】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

(第7の実施形態) 第7の実施形態を図8を参照して説明する。尚、図8において図6と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0125】図8において、図6との相違点を述べると、図6の自動電力制御回路では、モニタダイオードPDのアノードに、並列接続された可変抵抗器R1、R2が接続されているのに対し、本実施形態の自動電力制御回路APCでは、モニタダイオードPDのアノードが可変抵抗器R1を介してグランド端子GNDに接続され、モニタダイオードPDのカソードが可変抵抗器R2を介して電源電圧Vccに接続されている。

【0126】また、モニタダイオードPDのアノードと可変抵抗器R1との接続点が抵抗r10を介して差動増幅器OP1の反転入力端子に接続され、モニタダイオードPDのカソードと可変抵抗器R2との接続点が差動増幅器OP2の非反転入力端子に接続されている。

【0127】また、差動増幅器OP1の非反転入力端子には、定電圧源E1の参照電圧Vref1が印加され、差動増幅器OP2の反転入力端子には、電源電圧Vccより定電圧源E2分だけ低い参照電圧Vref1が印加されている。

【0128】かかる構成の自動電力制御回路APCにおいて、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示し、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切換える。

【0129】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD2は駆動電流I_{d2}が供給されないため消灯状態となり、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流I_{pd}がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの抵抗値に応じた電圧降下V_{r1}、V_{r2}が発生し、電圧V_{r1}は差動増幅器OP1の反転入力端子に印加され、電圧V_{r2}は差動増幅器OP2の非反転入力端子に印加される。

【0130】この状態で、可変抵抗器R1の抵抗値を微調整し、電圧V_{r1}を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧G1×(V_{ref1}-V_{r1})を変化させ、それによって駆動電流I_{d1}を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧V_{r1}は所定の

【0131】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態に切換える。

【0132】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1は駆動電流I_{d1}が供給されないために消灯状態となり、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流I_{pd}がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの抵抗値に応じた電圧降下V_{r1}、V_{r2}が発生する。

【0133】この状態で、可変抵抗器R2の抵抗値を微調整し、電圧V_{r2}を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧G2×(V_{ref2}-V_{r2})を変化させ、それによって駆動電流I_{d2}を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧V_{r2}は所定の

【0134】このように、スイッチ素子SW1、SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの抵抗値を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1、LD2の駆動電流（すなわち、直流バイアス電流）I_{d1}、I_{d2}を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1、LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0135】特に、可変抵抗器R1、R2の各抵抗値を微調整することで、半導体レーザLD1、LD2の発光

強度を個別に且つ精度良く調整することができる。

【0136】そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にする。

【0137】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

（第8の実施形態）第8の実施形態を図9を参照して説明する。尚、図9において図8と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0138】図9において、図8との相違点を述べると、図8に示した自動電力制御回路APCでは、スイッチ素子SW1、SW2が差動増幅器OP1、OP2と電力増幅器AMP1、AMP2の間に設けられているのに対し、本実施形態の自動電力制御回路APCでは、電源電圧V_{cc}と差動増幅器OP1、OP2の反転入力端子の間に設けられている点にある。また、可変抵抗器R1に生じる電圧V_{r1}をバッファアンプBF1を介して差動増幅器OP1に供給し、可変抵抗器R2に生じる電圧V_{r2}をバッファアンプBF2を介して差動増幅器OP2に供給するようになっている。

【0139】かかる構成において、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示し、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態に切換える。

【0140】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD2は駆動電流I_{d2}が供給されないため消灯状態となり、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流I_{pd}がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの抵抗値に応じた電圧降下V_{r1}、V_{r2}が発生する。

【0141】この状態で、可変抵抗器R1の抵抗値を微調整し、電圧V_{r1}を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧G1×(V_{ref1}-V_{r1})を変化させ、それによって駆動電流I_{d1}を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧V_{r1}は所定の

【0142】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切換える。

【0143】 こうしてスイッチ素子SW1, SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1は駆動電流I_{d1}が供給されないために消灯状態となり、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流I_{pd}がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1, R2には、それぞれの抵抗値に応じた電圧降下V_{r1}, V_{r2}が発生する。

【0144】 この状態で、可変抵抗器R2の抵抗値を微調整し、電圧V_{r2}を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧G2×(V_{ref2}-V_{r2})を変化させ、それによって駆動電流I_{d2}を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧V_{r2}は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0145】 このように、スイッチ素子SW1, SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1, R2のそれぞれの抵抗値を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1, LD2の駆動電流（すなわち、直流バイアス電流）I_{d1}, I_{d2}を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1, LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0146】 特に、可変抵抗器R1, R2の各抵抗値を微調整することで、半導体レーザLD1, LD2の発光強度を個別に且つ精度良く調整することができる。

【0147】 そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にする。

【0148】 このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1, LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1, LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

（第9の実施形態）第9の実施形態を図10を参照して説明する。尚、図10において図8と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0149】 図10において、図8との相違点を述べると、図8の自動電力制御回路では、モニタダイオードPDに対して可変抵抗器R1, R2が直列接続され、モニタダイオードPDのアノードとカソードにそれぞれ生じる電圧V_{r1}, V_{r2}が差動増幅器OP1, OP2の反転入力端子に供給されるようになっているのに対し、本実施形態の自動電力制御回路APCでは、可変抵抗器R1, R2の各可動接点に生じる電圧V_{r1}, V_{r2}が差動増幅器OP1, OP2の反転入力端子に供給されるようになっ

ている。

【0150】 かかる構成の自動電力制御回路APCにおいて、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示し、制御信号D1, D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切換える。

【0151】 こうしてスイッチ素子SW1, SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD2は駆動電流I_{d2}が供給されないため消灯状態となり、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流I_{pd}がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1, R2には、それぞれの可動接点位置に応じた電圧降下V_{r1}, V_{r2}が発生し、電圧V_{r1}は差動増幅器OP1の反転入力端子に印加され、電圧V_{r2}は差動増幅器OP2の非反転入力端子に印加される。

【0152】 この状態で、可変抵抗器R1の可動接点位置を微調整し、電圧V_{r1}を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧G1×(V_{ref1}-V_{r1})を変化させ、それによって駆動電流I_{d1}を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧V_{r1}は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0153】 次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、制御信号D1, D2によってスイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態に切換える。

【0154】 こうしてスイッチ素子SW1, SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1は駆動電流I_{d1}が供給されないために消灯状態となり、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流I_{pd}がモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1, R2には、それぞれの抵抗値に応じた電圧降下V_{r1}, V_{r2}が発生する。

【0155】 この状態で、可変抵抗器R2の可動接点位置を微調整し、電圧V_{r2}を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧G2×(V_{ref2}-V_{r2})を変化させ、それによって駆動電流I_{d2}を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧V_{r2}は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0156】 このように、スイッチ素子SW1, SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1, R2のそれぞれの可動接点位置を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1, LD2の駆動電流（すなわち、直流バイアス電流）I_{d1}, I_{d2}を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1, LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0157】 特に、フォトダイオードPDに直列接続さ

れている可変抵抗器R1、R2の各可動接点位置を変化させても、フォトダイオードPDに対する可変抵抗器R1、R2の抵抗値は変化しないので、フォトダイオードPDのバイアス電流Idを一定値に保つことができる。このため、フォトダイオードPDの感度を一定に保つことができ、半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

【0158】そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にする。

【0159】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

(第10の実施の形態) 第10の実施形態を図11を参照して説明する。尚、図11において図10と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0160】図11において、図10との相違点を述べると、図10の自動電力制御回路APCでは、スイッチ素子SW1、SW2が差動増幅器OP1、OP2と電力増幅器AMP1、AMP2の間に設けられているのに対し、本実施形態の自動電力制御回路APCでは、電源電圧Vccと差動増幅器OP1、OP2の反転入力端子の間に設けられている点にある。また、可変抵抗器R1の可動接点に生じる電圧Vr1をバッファアンプBF1を介して差動増幅器OP1に供給し、可変抵抗器R2の可動接点に生じる電圧Vr2をバッファアンプBF2を介して差動増幅器OP2に供給するようになっている。

【0161】かかる構成において、半導体レーザLD1の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示し、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を非導通状態、スイッチ素子SW2を導通状態に切換える。

【0162】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD2は駆動電流Id2が供給されないため消灯状態となり、半導体レーザLD1が発光する光の強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの可動接点位置に応じた電圧降下Vr1、Vr2が発生し、電圧Vr1は差動増幅器OP1の反転入力端子に印加され、電圧Vr2は差動増幅器OP2の非反転入力端子に印加される。

【0163】この状態で、可変抵抗器R1の可動接点位置を微調整し、電圧Vr1を変化させることで、差動増幅器OP1から出力される差分電圧G1×(Vref1-Vr

1)を変化させ、それによって駆動電流Id1を微調整すると共に、半導体レーザLD1の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr1は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0164】次に、半導体レーザLD2の発光強度を調整する際には、コントローラCNTに指示して、制御信号D1、D2によってスイッチ素子SW1を導通状態、スイッチ素子SW2を非導通状態に切換える。

【0165】こうしてスイッチ素子SW1、SW2を切換え制御すると、半導体レーザLD1は駆動電流Id1が供給されないために消灯状態となり、半導体レーザLD2が発光する光の強度に応じた光電流IpdがモニタダイオードPDに発生し、更に、可変抵抗器R1、R2には、それぞれの可動接点位置に応じた電圧降下Vr1、Vr2が発生する。

【0166】この状態で、可変抵抗器R2の可動接点位置を微調整し、電圧Vr2を変化させることで、差動増幅器OP2から出力される差分電圧G2×(Vref2-Vr2)を変化させ、それによって駆動電流Id2を微調整すると共に、半導体レーザLD2の発光強度を所望の強度に微調整する。これにより、前述したように電圧Vr2は所定の時定数にて再び元の値に戻る。

【0167】このように、スイッチ素子SW1、SW2を切換え制御し、可変抵抗器R1、R2のそれぞれの可動接点位置を微調整することで、自動電力制御回路APCによる半導体レーザLD1、LD2の駆動電流(すなわち、直流バイアス電流)Id1、Id2を適切な値に調整することができ、CDやDVD等の情報記録媒体に対して光学的に情報書き込み又は情報読み取りを行う際の半導体レーザLD1、LD2の発光強度を最適化することが可能となる。

【0168】特に、フォトダイオードPDに直列接続されている可変抵抗器R1、R2の各可動接点位置を変化させても、フォトダイオードPDに対する可変抵抗器R1、R2の抵抗値は変化しないので、フォトダイオードPDのバイアス電流Idを一定値に保つことができる。このため、フォトダイオードPDの感度を一定に保つことができ、半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ個別に且つ精度良く微調整することができる。

【0169】そして、微調整を行った後に、半導体レーザLD1によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を非導通、スイッチ素子SW2を導通にし、半導体レーザLD2によって情報書き込み又は情報読み取りを行う際には、スイッチ素子SW1を導通、スイッチ素子SW2を非導通にする。

【0170】このように本実施形態の自動電力制御回路APCによれば、2個の半導体レーザLD1、LD2に対して1個のモニタダイオードPDだけが備えられた光源OGであっても、モニタダイオードPDの出力に基づいて半導体レーザLD1、LD2の発光強度をそれぞれ

個別に且つ精度良く微調整することができる。

【0171】尚、以上に説明した第1ないし第10の実施形態では、2個の半導体レーザLD1, LD2の発光強度を1個のモニタダイオードPDで検出する場合を説明したが、本発明は、半導体レーザの個数を2個に限定するものではなく、2個以上の半導体レーザを制御する場合にも適用することができる。

【0172】また、半導体レーザに限らず発光ダイオードの発光強度を制御することも可能である。要は、発光素子全般について本発明を適用することができる。これにより、本発明は、光ピックアップへの適用に限らず、プリンタやスキャナーなどへの適用が可能である。

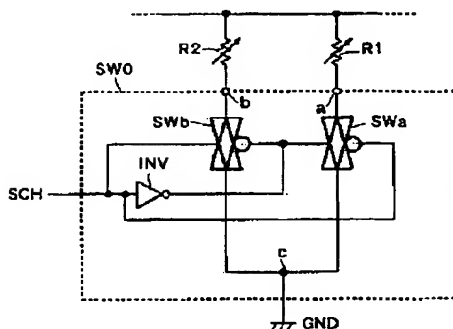
【0173】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、本発明の自動電力制御回路は、複数の発光素子と各発光素子が射出する光の一部を検出する光検出素子とを備えた光源の上記各発光素子の発光強度を自動的に制御する自動電力制御回路であって、上記光検出素子に対して直列接続された複数の可変抵抗器と、上記各可変抵抗器に生じる各電圧を所定の参照電圧と比較し、上記各電圧と参照電圧との差分が一定値以下となるように、上記各発光素子の駆動電流を調整する複数の差動増幅器とを備え、上記各可変抵抗器の抵抗値を微調整することにより上記各発光素子の駆動電流を微調整して、各発光素子の発光強度を上記微調整した各可変抵抗器の抵抗値又は可動接点位置に対応した値に保つ構成としたので、各可変抵抗器の抵抗値又は可動接点位置を微調整すると、発光している発光素子の発光強度を個別に且つ精度良く微調整することができる。つまり、発光素子の数に比して光検出素子の数が少なくとも、各発光素子の発光強度を個別に且つ精度良く調整することが可能な自動電力制御回路を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図2】



【図2】図1中のスイッチ素子SW0の構成を詳細に示した回路図である。

【図3】第2の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図4】第3の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図5】第4の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図6】第5の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図7】第6の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図8】第7の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図9】第8の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図10】第9の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図11】第10の実施形態の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図12】従来の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【図13】従来の他の自動電力制御回路の構成を示す回路図である。

【符号の説明】

APC…自動電力制御回路

LD1, LD2…半導体レーザ

PD…フォトダイオード (モニタダイオード)

OP1, OP2…差動増幅器

R1, R2…可変抵抗器

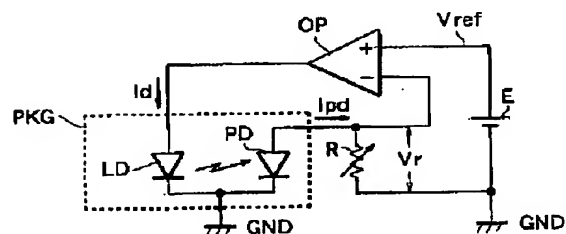
E1, E2…定電圧源

SW0, SW1, SW2…スイッチ素子

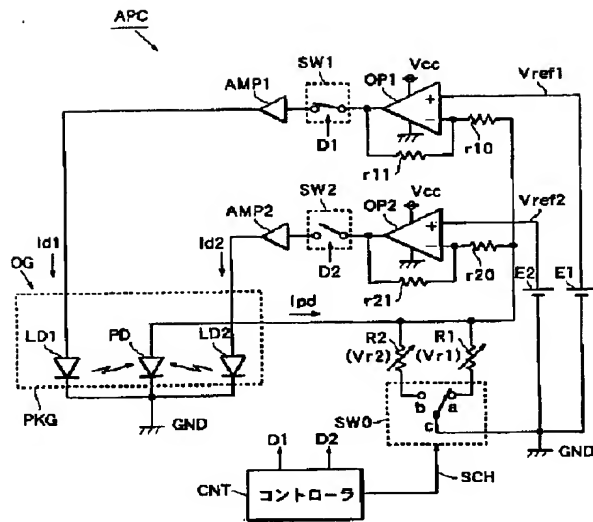
AMP1, AMP2…電力増幅器

CNT…コントローラ

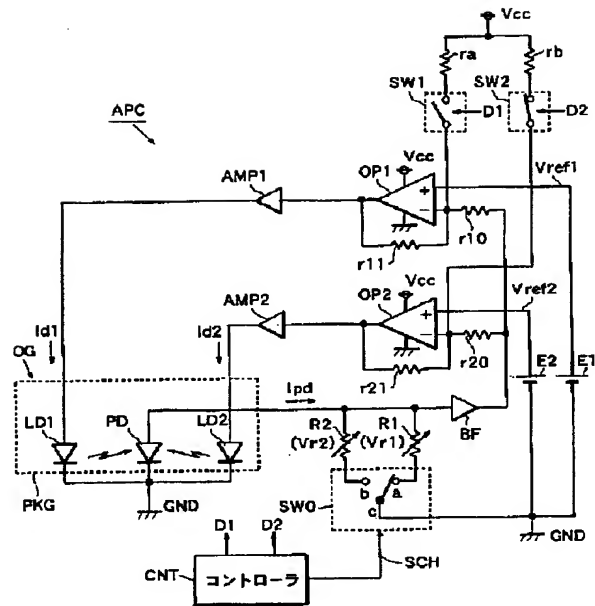
【図12】



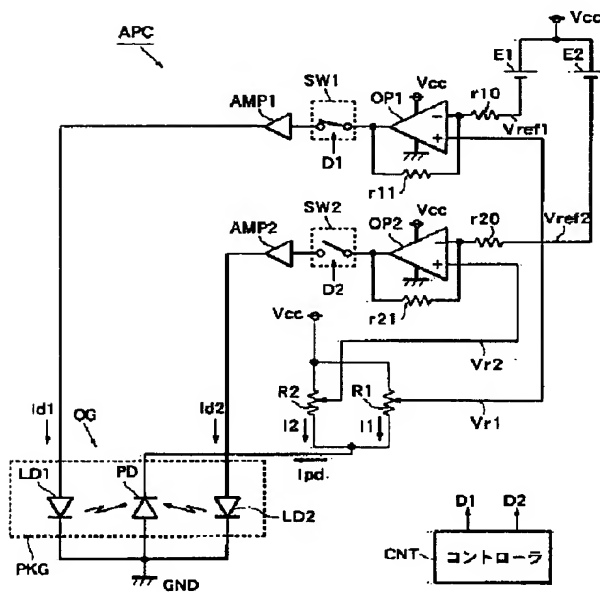
【図1】



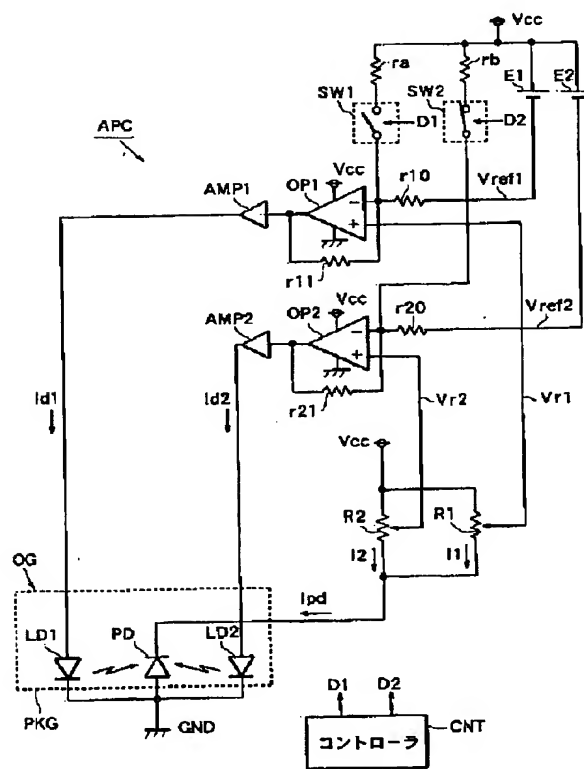
【図3】



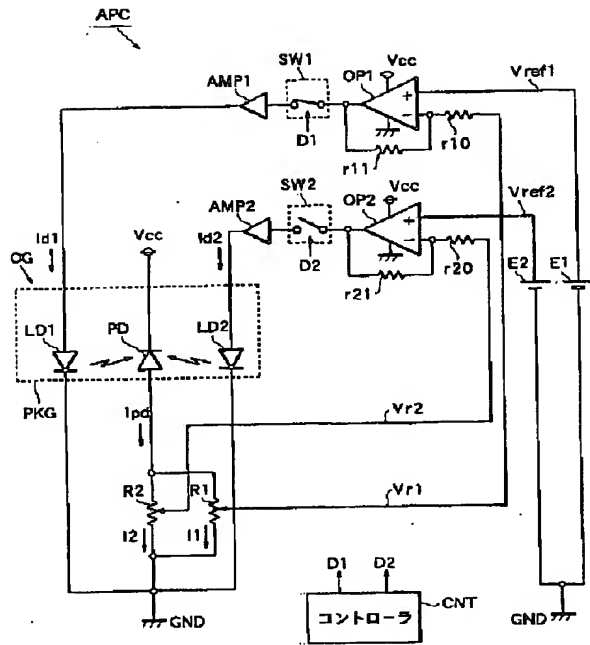
【図4】



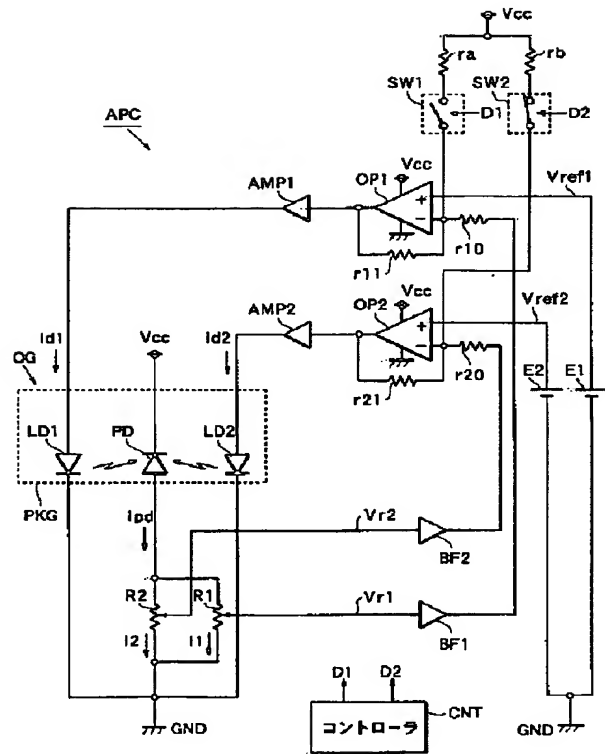
【図5】



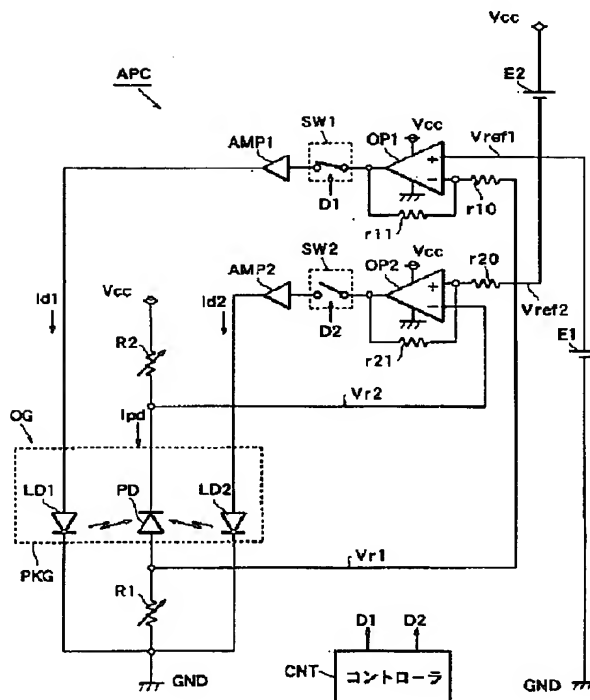
【図6】



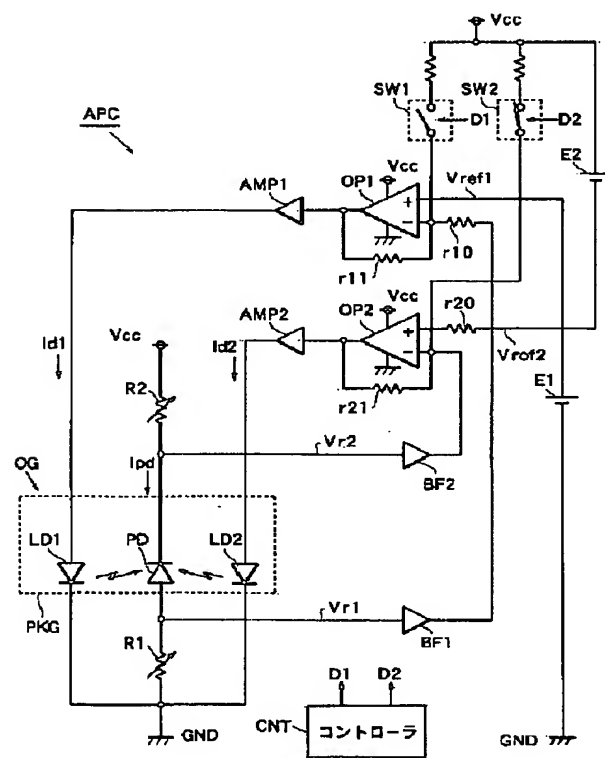
【図7】



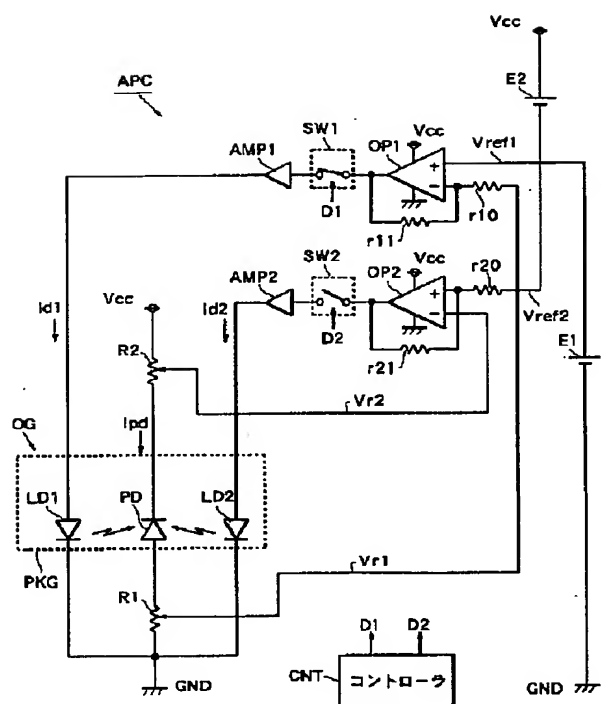
【図8】



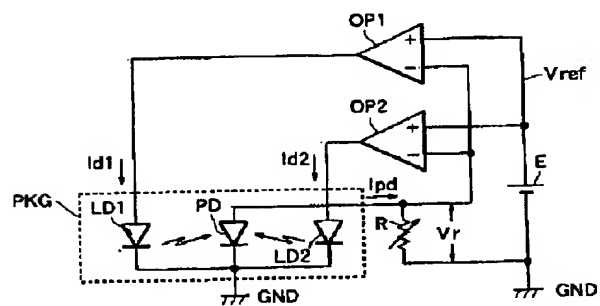
【図9】



【図10】



【図13】



【図11】

